अंक 5 | अक्टूबर, 2023 | अर्ध वार्षिक | बेंगलूरु

Azim Premji University

आई वंडर...

रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस



पेज 50
ऑक्सीजन की खोज

अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय का प्रकाशन

सम्पादकीय कार्यालय

सम्पादक, आई वंडर... रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस,
अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु - 562 125 कर्नाटक
फोन: 080-66144900 | **फैक्स:** 080-66144900 | **ईमेल:** publications@apu.edu.in | **वेबसाइट:** www.azimpremjiuniversity.edu.in

यह मूल रूप से अँग्रेज़ी में प्रकाशित आई वंडर...रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस अंक 9, दिसम्बर 2022 के लेखों का हिन्दी अनुवाद है। अँग्रेज़ी अंक की सॉफ्ट कॉपी https://azimpremjiuniversity.edu.in/iwonder... से डाउनलोड की जा सकती है। इस हिन्दी अंक की सॉफ्ट कॉपी या अलग-अलग लेख https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/ पर उपलब्ध हैं।

हमारे बारे में

आई वंडर...रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस स्कूल शिक्षकों के लिए एक विज्ञान-पत्रिका है। हमारा उद्देश्य ऐसे लेखों को प्रस्तुत करना है जो शिक्षकों (साथ ही अभिभावकों, शोधकर्ताओं और अन्य इच्छुक वयस्कों) को शिक्षण के विभिन्न आयामों और कक्षा व कक्षा के बाहर आजीवन विज्ञान सीखते रहने के बारे में एक सरल और चिन्तनशील बातचीत से जोड़ें। हम ऐसे लेखों का स्वागत करते हैं जो विज्ञान व विज्ञान-शिक्षा पर आलोचनात्मक दृष्टिकोण साझा करते हैं, मूलभूत अवधारणाओं (कैसे, क्यों और आगे क्या) की गहरी व व्यापक समझ प्रदान करते हैं। साथ-ही-साथ जो अधिक अनुभवात्मक और सार्थक तरीक़ों से विज्ञान सीखने को प्रोत्साहित करने वाली कार्यप्रणालियों के उदाहरण प्रस्तुत करते हैं। *आई वंडर...रीडिस्कवरिंग स्कूल साइंस* विद्यार्थियों व विज्ञान में रुचि रखने वालों के लिए भी एक बढ़िया स्रोत है।

फोटो सौजन्य

मुख्य आवरण : Spacewalk with oxygen supply chest pack. Credits: NASA's Marshall Space Flight Center. URL: https://www.flickr.com/photos/nasamarshall/17803598593/in/photostream/. License: CC-BY-NC.

पिछला आवरण : Sparkler. Credits: KAVOWO. URL: https://pixabay.com/photos/sparkler-spark-fireworkslight-4724867/. License: CC0.

सलाहकार
मनोज पी., राजाराम नित्यानन्द, एस. गिरिधर तथा सुधीश वेंकटेश

प्रकाशन समन्वयक
शान्ता के.
शहनाज़ बेगम

हिन्दी अंक सम्पादक
राजेश उत्साही

हिन्दी अनुवाद
एकलव्य फ़ाउंडेशन
समन्वय : प्रतिका गुप्ता

चित्रांकन
विद्या कमलेश

अँग्रेज़ी अंक डिज़ायन
जिंक एवं ब्रोकोली

हिन्दी अंक लेआउट एवं मुद्रक
आदर्श प्रा.लि. भोपाल
+91-755-2555442

सम्पादकीय

विज्ञान हम कैसे पढ़ाते हैं? हमारा सबसे प्रचलित तरीक़ा यह है कि बच्चों को सावधानीपूर्वक चुनी गई बुनियादी अवधारणाओं, सिद्धान्त, मॉडल या किसी विचार से परिचित कराएँ जो विज्ञान की प्रगति में मील के पत्थर रहे हैं। समर्थन के तौर पर हम ऐसे प्रयोगों के बारे में बताते हैं जो उस ज्ञान की पुष्टि करते हैं। हम इस बारे में भी बताते हैं कि किस तरह ये हमारे आस-पास घटने वाली वास्तविक घटनाओं की व्याख्या करते हैं। हम यह भी बताते हैं कि कैसे इस ज्ञान से हमें अधिकाधिक सटीक अनुमान लगाने, नई तकनीकें विकसित करने, ज्ञान के अलग-अलग दायरों को आपस में जोड़ने और जटिल समस्याओं को हल करने में मदद मिलती है। इसमें यह उम्मीद छिपी होती है कि ऐसा करने से बच्चे समझ जाएँगे कि हम जो कुछ जानते हैं, वह कैसे जानते हैं और हम क्यों उसे मानते हैं। साथ ही हम यह भी मान लेते हैं कि इससे बच्चों को सोचने और तर्क करने की ऐसी क्षमता मिल जाएगी जिसको न केवल वे विज्ञान के अपने कामकाज में इस्तेमाल करने लगेंगे बल्कि दीन-दुनिया की तमाम व्यावहारिक समस्याओं के समाधान में भी इस्तेमाल कर पाएँगे। बहुत सारे अध्ययनों से पता चलता है कि आमतौर पर ऐसा नहीं हो पाता है।

हमारे इस तरीक़े से बच्चे क्या सीखते हैं? हमारे इस तरीक़े की बदौलत प्राकृतिक जगत की बेहतरीन समझदारी भी उनके लिए एक भावशून्य, सन्दर्भ से कटे हुए तथ्यों के जमावड़े के रूप में सामने आती है। ऐसे तथ्य, अक्सर उस समझ से कोसों दूर होते हैं जो बच्चे प्राकृतिक जगत के बारे में अपनी इन्द्रियों से हासिल कर सकते हैं। वे तथ्य प्रेक्षण, प्रयोग और व्याख्या के ज़रिए ज्ञान रचने की सघन सामाजिक प्रक्रिया के अस्थायी किन्तु विश्वसनीय नतीजों की बजाय एक जादू की तरह बच्चों के सामने आते हैं। जब बच्चे इनमें से कई तथ्यों को याद कर लेते हैं तब भी बहुधा वे उनको उतने सटीक और अन्तरंग ढंग से नहीं जानते हैं जिसके दम पर उनकी सोच और व्यवहार में 'मुक्त', सुविचारित फैसले लेने की क्षमता और हिम्मत को मदद मिले।

वे वैज्ञानिकों से कैसे नाता जोड़ते हैं? चूँकि वे वैज्ञानिकों को केवल उनकी उपलब्धियों के चश्मे से ही देख पाते हैं इसीलिए बहुत सारे बच्चे वैज्ञानिकों को अद्भुत मगर एक-आयामी क़िरदारों के रूप में ही देखते होंगे। उनके सामने वे ख़ामियों से भरे परिपूर्ण मनुष्य नहीं होते जैसे वे ख़ुद हैं जो व्यक्तिगत व सामाजिक अड़चनों से जूझते हैं और आगे बढ़ते हैं। जो बच्चे ऐसे समूहों से होते हैं जिनका प्रतिनिधित्व विज्ञान के क्षेत्र में कम है, उनके लिए यह फ़ासला और भी ज़्यादा विशाल रहता होगा।

अन्वेषण की प्रक्रिया के बारे में क्या कहेंगे? इस प्रक्रिया से बच्चों का शुरुआती परिचय ऐसे प्रेक्षण और प्रयोग के माध्यम से होता जिनमें इस्तेमाल होने वाले उपकरण और अभिकारक प्रायः महँगे और कामकाज में असुरक्षित होते हैं। इस स्थिति में उन्हें जैसा, जो करने को कहा जाता है उसमें वे चुपचाप यक़ीन कर लेते हैं। हो सकता है वे इस अनुभव को मुख्य रूप से एक ऐसे परीक्षण की तरह देखें कि ख़ुद उनके नतीजे पहले से निर्धारित तथ्यों और निष्कर्षों के कितना नज़दीक आते हैं। इससे जिज्ञासा, रचनात्मकता, हताशा, ग़लती, विफलता, प्रेरणा और खोज की अनिश्चितता को अनुभव करने की उनकी क्षमता बाधित हो सकती है।

इस अंक में शामिल बहुत सारे लेख इसी चुनौती को सामने रखते हैं और कुछ दिलचस्प सम्भावनाओं की ओर इशारा करते हैं। **उमा सुधीर** इस बात पर रोशनी डाल रही हैं कि जब शिक्षक परमाणु सिद्धान्त सम्बन्धी अपनी ग़लतफ़हमियों को स्कूल में उन्हें मिली शिक्षा के साथ जोड़कर देखते हैं तो ज़्यादा अच्छी तरह यह समझ सकते हैं कि पढ़ाने के लिए आज उन्हें कैसे साधनों और तरीक़ों का इस्तेमाल करना चाहिए। **अरविन्द कुमार** बताते हैं कि यदि बच्चों को उन इन्सानी फ़ैसलों को दोहराने का मौक़ा दिया जाए जिन्होंने विज्ञान के इतिहास को निर्धारित किया है या उन्हें ख़ुद अपने ढंग से उन प्रयोगों को दोहराने का मौक़ा दिया जाए तो वे विज्ञान की विषयवस्तु को बेहतर समझ सकते हैं। **विजय उपाध्याय** बहुत सारे लोगों, विचारों और प्रयोगों के इतिहास में से होते हुए ऑक्सीजन की खोज की यात्रा पर रोशनी डाल रहे हैं। **स्टीवन कार** और **दुर्गादास कस्बेकर** के ज़रिए हमें पता चलता है कि वैज्ञानिकों के बीच मतभेदों से वैज्ञानिक तर्कशीलता को बल मिलता है; और ठोस साक्ष्यों से सामना होने पर बहुधा प्रतिष्ठित वैज्ञानिकों के अटल माने जा रहे सिद्धान्त भी त्याग दिए जाते हैं। **वरुण शर्मा** हमें याद दिलाते हैं कि अद्भुत प्रकृतिविद और निडर संरक्षणवादी एम. कृष्णन ख़ुद एक औसत विद्यार्थी थे जिनमें प्राकृतिक जगत के बारे में एक उत्कट जिज्ञासा और एक गहरा लगाव था। **सुशीला श्रीनिवास** बताती हैं कि डोरोथी एंडरसन, जिन्होंने सिस्टिक फाइब्रोसिस यानी शरीर में बनने वाली गाँठों की हमारी समझ को बढ़ाने में अभूतपूर्व योगदान दिया है, ने अपनी पेशेवर और निजी ज़िन्दगी में जेंडर आधारित रूढ़ छवियों से डटकर मुक़ाबला किया। **आनन्द नारायणन** बताते हैं कि बच्चे भी ख़ुद यह देख सकते हैं कि 'सपाट धरती' जैसी कोई चीज़ नहीं होती। इसके लिए वे बहुत सस्ती और आसानी से उपलब्ध सामग्री के साथ ख़ुद प्रेक्षण और प्रयोग करके देख सकते हैं कि धरती सपाट नहीं होती बल्कि गोल होती है। **धन्या के.** बताती हैं कि अंकुरण को पढ़ाने के लिए एक सुविचारित और अन्वेषण-आधारित पद्धति हमारी प्रयोगशालाओं को एक ऐसी जगह में तब्दील कर सकती है जहाँ बच्चे इस प्रक्रिया की और साथ में विज्ञान के तौर-तरीक़ों की प्रत्यक्ष समझ विकसित कर सकेंगे। **चार्ल्स एइज़ेंस्टीन** हमें आगाह करते हैं कि हमें अपने आस-पास की जगहों पर भी ध्यान देना चाहिए। हमें लगाव के साथ चीज़ों को देखना चाहिए। समस्या समाधान की हमारी संस्कृति में प्रचलित पद्धति की बजाय हमें तर्क की अपनी क्षमता के सहारे आगे बढ़ना चाहिए। **डेबोराह दत्ता** बताती हैं कि भोजन उत्पादन की एक साधारण-सी क्रिया भी कक्षाओं को समुदायों के साथ जोड़ सकती है जिससे बच्चे प्राकृतिक जगत के साथ एक ऐसे सम्बन्ध का अनुभव कर सकते हैं जो उनके बहुत सारे आयामों को एक सूत्र में पिरो देता है।

आप इस चुनौती का सामना कैसे करेंगे? आपने अपने व्यवहार में किन सम्भावनाओं को परखा है? आप iwonder@apu.edu.in पर अपने प्रयोगों और अनुभवों को हमारे साथ साझा करें।

चित्रा रवि
सम्पादक

अनुवाद : योगेन्द्र दत्त **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी
कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय



इस अंक में



प्रकृति का भावुक और सूक्ष्म क्रॉनिकलर

वरुण शर्मा

एक बच्चे जैसी जिज्ञासा और उत्साह के साथ प्राकृतिक दुनिया को देखने का क्या मतलब है? आश्चर्य प्रकट करते हुए कोई इस तरह के अवलोकनों को सावधानीपूर्वक विस्तार से कैसे रिकॉर्ड करता है? शिक्षा प्राकृतिक दुनिया के साथ हमारे सम्बन्धों को कैसे आकार देती है? हम कुछ प्रजातियों को दूसरों की बजाय अधिक महत्त्व क्यों देते हैं? आइए एम. कृष्णन के जीवन और लेखन के माध्यम से इन्हीं और इन जैसे अन्य सवालों के जवाब खोजें।

"औसत शिक्षित वयस्क देश के पौधों और जानवरों के जीवन के बारे में बहुत कम या कुछ भी नहीं जानता है और कम ही परवाह करता है। पशुओं में उसे कोई दिलचस्पी नहीं होती है और दुनिया उसके लिए एक ऐसी जगह है जहाँ केवल मनुष्य रहते हैं। वह कभी भी पहाड़ों या कुत्तों के साथ दोस्ती नहीं कर सकता है और अगर उसके पास बात करने के लिए कोई न हो, पढ़ने के लिए कोई किताब न हो और खोलने-बन्द करने के लिए कोई गैजेट न हो तो वह काफ़ी अकेला हो जाता है। इन सबके लिए मूलतः स्कूली शिक्षा दोषी है - जहाँ विद्यार्थियों को प्रकृति को जानना और उसकी सराहना करना नहीं सिखाया जाता है, वे केवल किताबी नियम और उसकी व्याख्याओं में ही उलझे रहते है। दुर्भाग्यपूर्ण रूप से वे प्रकृति की महत्ता और उसकी आवश्यकता को न समझते हुए उसे केवल परीक्षा उत्तीर्ण करने का माध्यम मानते हैं। और जब वे बड़े होते हैं, तो वे इस बात से अनजान रह जाते हैं कि वे जीवन की आधी ख़ुशी पाने से चूक गए हैं।"

– कृष्णन के 'नेचर स्टडी' नामक एक लेख से।

कृष्णन के लेख का यह अंश हमें शिक्षा और प्राकृतिक दुनिया के साथ विविधरंगी सम्बन्धों पर उनके विचारों से संक्षिप्त लेकिन अर्थपूर्ण परिचय करवाता है। प्रकृति के साथ उनके सम्बन्ध विलक्षण, भावनात्मक होने के साथ-साथ अनुभवजन्य भी थे (**बॉक्स-1 देखें**)।

औसत दर्ज़े का विद्यार्थी

माधवैया कृष्णन का जन्म 30 जून, 1912

बॉक्स-1 : शिक्षा पर कृष्णन के विचार

अपने निबन्ध 'नेचर स्टडी' में कृष्णन ने सीखने की 'संकेन्द्रित प्रणाली' की तीखी आलोचना की है। कृष्णन के अनुसार, *"यह एक शैक्षणिक दुस्साहस है कि विद्यार्थियों को एक ही चीज़ के बारे में अधिक-से-अधिक बार बताया जा रहा है, एक कक्षा से दूसरी कक्षा में जाने पर भी।"* उन्होंने इसे उस समय की हर अगली कक्षा की पाठ्यपुस्तकों में दिखने वाली गाय का उदाहरण देते हुए समझाया : *"पहले वर्ष बच्चा सीखता है कि गाय के चार पैर होते हैं (चौपाया जानवर है), वो हमें दूध देती है और घास खाती है (शाकाहारी)। अगले साल, शायद दूध पर एक पाठ है और दूसरा पाठ गाय के एक स्तनधारी पशु होने पर है। कक्षा-4 में बच्चे सीखते हैं कि गाय कैसे जुगाली करती है और उसका पेट कई हिस्सों में बँटा होता है।"* कृष्णन के अनुसार, यदि पाठ्यचर्या और शिक्षक प्राकृतिक दुनिया को समझने के किसी एक मॉडल या सिद्धान्त पर ही बने रहते हैं तो इस तरह कि त्रुटियाँ बार-बार हो सकती हैं। किसी भी स्थिति में इसी तरीक़े के परिणाम आते हैं और एक झूठे आत्म-विश्वास की भावना रहती है। कृष्णन का वैकल्पिक सुझाव था कि छोटे और बड़े विद्यार्थियों को अधिक-से-अधिक प्रकृति के बीच ले जाया जाए। उनके अनुसार शिक्षण का उद्देश्य विद्यार्थियों को वनस्पतियों और जीवों (flora and fauna) दोनों की प्रजातियों में और उनके बीच के सम्बन्धों का ख़ुलासा करना होना चाहिए। उनके अनुसार, *'विद्यार्थियों के लिए किताबें बनाने या चुनने में इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि किताबें सभी प्रकार की नैतिक शिक्षाओं से मुक्त होने के साथ रंगीन चित्रों वाली हों जिससे बच्चे उन किताबों से अपने आप जुड़ पाएँ।'*

कृष्णन ने यह भी सिफ़ारिश की कि स्कूलों में एक बग़ीचा हो जहाँ बाज़ार के लिए 'फल-सब्ज़ी उगाए जाएँ (market garden)', 'मुर्गीपालन किया जाए (poultry-run)', 'बकरियों के लिए बाड़ा (goat-pen)', 'कबूतरों का दड़बा (pigeon-loft)' और 'एक मध्यम आकार का स्कूल का कुत्ता (middle sized school dog)' होना चाहिए। उन्होंने जंगलों के नियमित परिभ्रमण का सुझाव दिया जो बहुत अनुशासनबद्ध न हो और उन शिक्षकों के नेतृत्व में हो जो स्वयं भी कुछ सीखने के इच्छुक हों। कृष्णन ने उसी निबन्ध में कहा, *"आख़िरकार, कोई भी पहले से यह नहीं जानता कि क्या दिखने वाला है और इस तरह के अध्ययन का अधिकांश महत्त्व बिना किसी पूर्व-निर्धारित योजना के है।"* इस स्थायी खुलेपन में एक बुनियादी उसूल है जिस पर कृष्णन ने अपने पूरे करियर में भरोसा किया - ज्ञान से प्रकृति को जकड़ने के प्रयास से बचना। इसके लिए, कृष्णन ख़ुद को और अपनी देखरेख में आने वाले लोगों (विद्यार्थी) को याद दिलाने में विश्वास रखते थे कि मनुष्य कभी भी प्रकृति पर महारत हासिल नहीं कर पाएगा। हम कितनी भी कोशिश कर लें, हम इसे अपनी ज्ञान प्रणालियों के दायरे में कभी नहीं रख पाएँगे। यह भावना कृष्णन की टिप्पणी में भी परिलक्षित होती है, *"प्रकृति सरल, तार्किक और तर्कसंगत नहीं है - भगवान का शुक्र है कि ऐसा नहीं है।"* इस लेख के माध्यम से कृष्णन ने प्रकृति की अवधारणा को महज़ अध्ययन की वस्तु से ऊपर असीम कल्पनाओं और आकर्षण के रूप में समझाया है।

को तिरुनेलवेली के एक साधारण तमिल ब्राह्मण परिवार में हुआ था (**चित्र-1 देखें**)। उनके पिता, ए. माधवैया, एक तमिल लेखक और सुधारक थे। कृष्णन आठ भाई-बहनों में सबसे छोटे थे। अपने भाई-बहनों की तरह वे भी साहित्य और कला में गहरी रुचि के साथ बड़े हुए थे। 1920 के दशक की शुरुआत में, उनका परिवार मद्रास के एक भीड़भाड़ वाले इलाक़े से मायलापुर में उनके पिता द्वारा बनाए गए घर में रहने चला गया। यह क़दम निर्णायक साबित हुआ। मायलापुर जो आज एक कॉन्क्रीट के जंगल में तब्दील हो गया है, वहाँ उस समय धान के खेत, नारियल के पेड़ और हरे-भरे चरागाह हुआ करते थे। वहाँ घूमते हुए अक्सर कृष्णन को नेवले, पाम सिवेट (बिलाव), साँप, कछुए, विभिन्न प्रकार के पक्षी और काले हिरण भी मिल जाते थे।



चित्र-1: एम. कृष्णन।
Credits: Asha Harikrishnan.
URL: https://www.mkrishnan.com/. License: Used with the permission of the rights owner.

उनकी प्रारम्भिक शिक्षा हिन्दू हाई स्कूल में हुई थी। उनका अकादमिक कार्य साधारण था, पर उन्होंने व्यापक रूप से अन्य किताबें पढ़ीं और इस अवधि के दौरान साहित्य और कला में उनकी रुचि गहरी हो गई। 1927 में, कृष्णन ने अपनी इंटरमीडिएट परीक्षा के लिए प्रेसीडेंसी कॉलेज, मद्रास में प्रवेश लिया। इसके तुरन्त बाद, वह इसके बीए कार्यक्रम में शामिल हो गए। इस दौरान, उनका परिचय विख्यात वनस्पतिविज्ञानी, प्रोफ़ेसर पी.एफ.फीसन से हुआ, जो दक्षिण भारतीय पहाड़ियों की वनस्पतियों को संकलित कर रहे थे। फीसन के कारण कृष्णन की रुचि जानवरों और पौधों के बीच बहु-आयामी परस्पर क्रिया में जगी। कृष्णन के शुरुआती अवलोकनों में से एक अवलोकन उनके बग़ीचे में सुशोभित पीले कनेर (yellow oleander) के अत्यधिक जहरीले अष्ठिल या गूदेदार फल (drupes) के प्रति एक कोयल के आकर्षण से सम्बन्धित था। कृष्णन उन पहले लोगों में से थे जिन्होंने बहुत आश्चर्य के साथ रिकॉर्ड किया कि *"कैसे कोयल चुपके से एक फल के पास जाती है और उसे अपनी चोंच से छेदती है, फिर उसके थोड़े गूदे (mesocarp) को खोदकर निकालती है, फिर सिर को ऊपर उछालकर उसे निगल जाती है जबकि कई अन्य पक्षी और गिलहरियाँ इस पौधे से दूर रहते थे।"*

कृष्णन की शैक्षणिक योग्यताएँ औसत थी। उन्होंने बीए और एमए दोनों में तीसरी श्रेणी प्राप्त की थी, इसलिए उनकी नौकरी

बॉक्स-2 : कृष्णन के प्रकृति लेखन का फ़ोकस

महत्त्वपूर्ण बात यह है कि कृष्णन की एकमात्र रुचि पशु प्रजातियों की विविधतापूर्ण भौतिक उपस्थिति में नहीं थी। बल्कि उनकी उतनी ही रुचि जीव-जन्तुओं की भावनात्मक स्थिति का आकलन करने में भी थी (**चित्र-2 देखें**)। एक तरफ़, वे मनुष्यों के कारण जानवरों को होने वाले किसी भी अवांछित दर्द-तकलीफ़ से प्रभावित होते थे। दूसरी ओर, जीव-जगत के भीतर हास्य, भय और प्रेम के क्षणों का निरीक्षण और उन्हें दर्ज करने में वो कभी चूकते नहीं थे। उन्होंने इसे *'भावनात्मक रिश्तेदारी'* के रूप में सन्दर्भित किया। उनके अनुसार, इस तरह की रिश्तेदारी को सांख्यिकीय रूप में दर्ज नहीं किया जा सकता, बल्कि उन जानवरों के साथ केवल एक भावनात्मक गहरे रिश्ते के माध्यम से इसका अध्ययन किया जा सकता था। इस प्रकार, उन्होंने वन विभाग के शिविर में दो हथिनियों रति और सुन्दरी के बीच की अटूट दोस्ती के बारे में बहुत प्रसन्नता से बताया। इन दोनों हथिनियों को प्रबन्धकों ने भी साथ रखना बुद्धिमानी समझा, *'किसी भावनात्मक उद्देश्य से नहीं बल्कि इसलिए, क्योंकि इससे काम प्रभावित होता है।'* उन्होंने यह भी देखा कि कैसे चीतलों के बीच विशिष्ट संचार में उनकी *'तिरछी नज़र'* (sideways glare) काम करती हैं। पक्षियों की चहचहाहट और गीतों में प्रकट होने वाली विभिन्न अभिव्यक्तियों और मनोदशाओं का मानचित्रण करते हुए उन्होंने पुष्टि की कि *'भले ही उनमें शक्तिशाली सहज ज्ञान होता है, लेकिन वे अत्यधिक भावनात्मक और जटिल प्राणी भी हैं।'* इनमें से प्रत्येक हिस्सा उस सहानुभूति का उदाहरण है जिसके साथ कृष्णन ने जानवरों की दुनिया में ख़ुद को डुबा दिया था।



चित्र-2 : एक छोटी और अब दुर्लभ, माउस डियर मादा। कृष्णन का मानना था *'कि छोटी प्रजातियों के साथ भी जीवित, संवेदनशील प्राणियों को एक बड़े पैमाने पर अनुकूलित सजगता और सहज प्रतिक्रियाओं के रूप में मानना पूरी तरह से व्यर्थ है।'*
Credits: M Krishnan. Taken from M Krishnan (1965). 'Letter from M Krishnan'. Cheetal: 7 (2): 10-11. Published by the Wild Life Preservation Society of India (https://wpsidoon.org/).

यह भी उतना ही उल्लेखनीय है कि कृष्णन को इस तरह की सहानुभूति का अनुभव करने के लिए जंगल, चिड़ियाघर या राष्ट्रीय उद्यान तक जाने की आवश्यकता नहीं थी। इसके लिए उनके घर में रहने वाली एक मोटी बूढ़ी छिपकली भी पर्याप्त होती थी। ऐसे ही एक उदाहरण (नमूने) में उन्हें इस बात पर विचार करते हुए पाया गया कि कैसे छिपकली की पूँछ *'भावनात्मक अभिव्यक्ति के अंग'* के रूप में अपनी सापेक्ष *'आवाज़हीनता'* की भरपाई करती है। उन्होंने अपने बग़ीचे में पक्षियों के साथ-साथ मेंढकों (toads) का भी उत्साहपूर्वक स्वागत किया। बैंडिकूट (एक प्रकार का बड़ा चूहा) ने भी जिज्ञासा जगाई। किसी वक़्त जब मायलापुर में बारिश होती थी तो वे यह देखने के लिए बाहर निकलते थे कि पक्षी, गिलहरियाँ और बन्दर इसे कैसे सहन कर रहे हैं। आज भी, ऐसे पर्यावरणविद ढूँढ़ना मुश्किल होगा जो कृष्णन की तरह जंगली जानवरों और उनके शहरी समकक्षों दोनों के बारे में उतनी ही लगन से लिखते हों।

पीछे मुड़कर देखें तो कृष्णन के लेखन में मानवरूपता (यानी ग़ैर-मानवीय जानवरों में मानवीय गुणों का गुणगान करने की प्रवृत्ति) का कुछ ख़तरा देखा जा सकता है। फिर भी, इन लेखों के माध्यम से कृष्णन ने मनुष्यों और सभी प्रकार के जानवरों - बड़े-छोटे, निकट के और दूर के, आकर्षक और परिया (pariah) के बीच अन्तरजातीय साहचर्य के लिए नैतिक ही नहीं, बल्कि एक उच्च मानक स्थापित किए।

की सम्भावनाएँ कम थीं। अपने परिवार के आग्रह पर उन्होंने 1936 में कानून की डिग्री प्राप्त की, लेकिन उनका वकील के तौर पर कार्य करने का कोई रिकॉर्ड नहीं है। एक अदालत में एक छोटा एपेरेंटीसशिप कोर्स करने के बाद उन्होंने एसोसिएटेड प्रिंटर्स और मद्रास स्कूल ऑफ़ आर्ट में एक कलाकार के रूप में काम किया। 1937 में, कृष्णन ने एक स्वतंत्र लेखक के रूप में काम करना शुरू किया और समाचार पत्रों में प्रकृति से सम्बन्धित नोट्स प्रकाशित किए। 1942 में, एक सिफ़ारिश ने कृष्णन को सन्दूर के महाराजा के यहाँ काम दिलाने में मदद की। वे आठ साल तक सन्दूर में रहे, जो अब बेल्लारी (कर्नाटक) में पड़ता है। इस अवधि के दौरान कृष्णन ने महाराजा के लिए एक स्कूल शिक्षक, न्यायाधीश, प्रचार अधिकारी और राजनीतिक सचिव के रूप में कार्य किया। ये नौकरियाँ उनके लिए बिल्कुल भी रोमांचक नहीं थीं। हालाँकि, सन्दूर के विशाल अन्दरूनी इलाक़ों ने उन्हें भ्रमण के कई अवसर दिए और इस कार्यकाल के दौरान उनकी उत्कृष्ट लेखनी सामने आई। ऐसे ही एक लेख में कृष्णन ने

बॉक्स-3 : कृष्णन के सवाल

यहाँ कुछ अन्य उदाहरण दिए गए हैं कि कृष्णन अपने पाठकों से किस प्रकार के प्रश्न पूछते थे :

- क्या प्रेम और इलाक़े से परे ऐसे कारक हैं जो पक्षियों को गाने के लिए प्रेरित करते हैं?
- क्या बन्दर स्नेहवश गले मिलते हैं?
- क्या गौर (gaur), जो बारिश के आने की गन्ध सूँघ सकते हैं, ज़मीन की गन्ध तीव्र महसूस करते हैं?
- क्या हाथी आयोडीन की पूर्ति के लिए कभी-कभी जलकुम्भी खाते हैं?

क्या आपके पास ऐसे ही कुछ प्रश्न हैं जिन्हें आप इस सूची में जोड़ सकते हैं?

आश्चर्य व्यक्त किया कि कैसे बेल्लारी के ग्रामीण इलाक़ों ने सितम्बर और अक्टूबर में हजारों गुलाबी स्टारलिंग (Pastor roseus) को अपनी तरफ़ आकर्षित किया। यह बात तो समझ आती है कि कि ये पक्षी उन क्षेत्रों की ओर आकर्षित होंगे जो फ़सलों और फलों से समृद्ध होंगी; लेकिन इसकी बजाय, वे उन छोटे क्षेत्रों में चले गए थे जहाँ ये दोनों ही नहीं थे। इस असामान्य पैटर्न का क्या कारण हो सकता है? कृष्णन ने इस प्रश्न के साथ अपना वह लेख समाप्त किया।

उल्लेखनीय प्रकृतिवादी और लेखक

1949 में, सन्दूर ने स्वतंत्र भारत में अपनी रियासत का दर्जा खो दिया; और कृष्णन मद्रास में अपने पिता के घर लौट आए। इसी दौर में वे एक स्वतंत्र लेखक, प्रकृतिवादी और फोटोग्राफ़र के रूप में उभरे। 1950 में, कृष्णन ने कलकत्ता के द *स्टेट्समैन* के पन्नों में 'कंट्री नोटबुक' नामक एक पाक्षिक स्तम्भ लिखना शुरू किया, जिसे उन्होंने 46 वर्षों तक चलाया। उन्होंने द *हिन्दू*, द *इलस्ट्रेटेड वीकली ऑफ़ इंडिया* और द *इंडियन एक्सप्रेस* जैसे अन्य समाचार पत्रों के लिए भी लिखना जारी रखा। इस दौरान कृष्णन ने कला, कहानियों, क्रिकेट और साहित्यिक इतिहास सहित विभिन्न विषयों पर लिखा, लेकिन उनके सबसे उल्लेखनीय लेख नेचुरल हिस्ट्री पर थे (**बॉक्स-2 देखें**)।

इस समय तक, फीसन के मार्गदर्शन में एक औसत कॉलेज विद्यार्थी एक अनुभवी प्रकृतिवादी के रूप में विकसित हो चुका था। कृष्णन को अलग करने वाली चीज़ों में से एक यह है कि उन्होंने प्रायद्वीपीय भारत के परिदृश्य और वन्यजीवों पर ध्यान केन्द्रित



चित्र-3 : तस्वीर जिसका शीर्षक है, 'हाथियों के देश में आई बिजली'। कृष्णन के पास वन्यजीव संरक्षण के लिए एक सरल कहावत थी, *"अच्छा है, अकेला छोड़ दो"*।
Credits: M Krishnan. Taken from M Krishnan (1965). 'Letter from M Krishnan'. Cheetal: 7 (2): 10-11. Published by the Wild Life Preservation Society of India (https://wpsidoon.org/).

बॉक्स-4 : हाथियों के पक्ष में

दुर्भाग्य से, कृष्णन के कई समकालीन अपने समय की भावना से ऊपर नहीं उठ पाए। प्रकृतिवादियों, वन अधिकारियों और प्रशासकों के एक गुट ने विवादास्पद रूप से तर्क दिया कि हाथी जंगलों के लिए विनाशकारी थे। उन्होंने सुझाव दिया कि यह हाथियों के चरित्र में था कि वे तेज़ी से बढ़ते हैं, इलाक़ों को बर्बाद करते हैं और अपने प्रवास के मार्ग पर आने वाले पेड़ों और नवांकुर या नन्हें पौधों को उखाड़ देते हैं। कृष्णन ने बारीक़ी से इस तरह के बकवास विचारों का ख़ुलासा किया। कुछ लोग तो विकास की जगह बनाने के लिए हाथियों की योजनाबद्ध हत्या को नज़रअन्दाज़ करने की हद तक चले गए। कृष्णन ने इसका विरोध करते हुए दिखाया कि कैसे इस तरह के उपायों ने चीज़ों को बदतर बना दिया है। जो हाथी बन्दूक की गोलियाँ खाकर बच गए और उन्हें खुले, सड़ते और कीड़ों से भरे घावों के साथ छोड़ दिया गया तो वे मानव समाज के लिए दोगुने शत्रु बन गए। कृष्णन की दलीलों को अक्सर अनसुना कर दिया जाता था।

1970 के दशक की शुरुआत में, इंटरनेशनल यूनियन ऑफ़ कंजर्वेशन (International Union of Conservation — IUCN) की ओर से प्रस्तुत एक रिपोर्ट के एक हिस्से में, वैज्ञानिक आर.एच. वालर ने हाथियों, ख़ासकर वायनाड (केरल) के क्षेत्र के हाथियों के सम्बन्ध में कई अपमानजनक टिप्पणियाँ कीं। IUCN की ख्याति को देखते हुए, इन निष्कर्षों को दूसरों द्वारा चुनौती नहीं दी गई थी। लेकिन कृष्णन उन पर टूट पड़े। 1968 में, कृष्णन को वायनाड के कुछ हिस्सों सहित प्रायद्वीपीय भारत में स्तनधारियों के विस्तृत-व्यापक पारिस्थितिक सर्वेक्षण का समर्थन करने के लिए जवाहरलाल नेहरू फैलोशिप से सम्मानित किया गया था। इस अध्ययन के निष्कर्षों को 1971 में बॉम्बे नेचुरल हिस्ट्री सोसाइटी (Bombay Natural History Society — BNHS) द्वारा 'इंडियाज़ वाइल्डलाइफ' (India's Wildlife) नामक एक मूल्यवान पुस्तक के रूप में प्रकाशित किया गया था। इससे भी महत्त्वपूर्ण बात यह है कि इस फैलोशिप के लिए कृष्णन के फील्डवर्क ने यह दिखाने में मदद की कि हाथियों के विनाश का कारण - *'गहन, विविध और निरन्तर मानवीय हस्तक्षेप का सरल और अपरिहार्य परिणाम था।'*'

बॉक्स-5 : जैसा जंगलों में, वैसा शहरों में भी

दिलचस्प बात यह है कि जैसे-जैसे कृष्णन का रुतबा बढ़ता गया, उनकी चिन्ताएँ जंगलों तक ही सीमित नहीं रहीं। उनकी चिन्ताओं की तात्कालिकता ने सक्रियता का रूप ले लिया, जिसमें शहरी पारिस्थितिकी, घरेलू जानवर और '*परिया* (pariah)' प्रजातियाँ शामिल थीं। इसलिए, उदाहरण के लिए, वे ट्रैक्टरों के उपयोग के कारण अमृत महल बैलों जैसे पशुधन की स्वदेशी क़िस्मों के लुप्त होने से चिन्तित थे। वे अपने शहर, जहाँ उनका घर था, में जानवरों पर होने वाले अत्याचार से परेशान रहते थे। उन्हें यह देखकर दुख हुआ कि बोझ ढोने वाले जानवरों, ख़ासकर गधों से किस तरह बेरहमी से अत्यधिक काम लिया जाता था और उनकी बहुत कम देखभाल की जाती थी। इसी तरह, उन्होंने नगरपालिका क्षेत्रों में 'आकर्षक और अबाधक पक्षियों जैसे ओरिओल्स (orioles) और फ्लाईकैचर (flycatchers) को प्रोत्साहन देने के लिए' कौओं को ख़त्म करने के राष्ट्रीय पक्षी संरक्षण समिति के प्रस्ताव को ख़ारिज कर दिया था। उन्होंने इस प्रस्ताव के विरोध में तर्क दिया कि शहरों में हरियाली बढ़ाने से ये आकर्षक पक्षी स्वयं ही आ जाएँगे और कौवों की सामूहिक हत्या की आवश्यकता नहीं पड़ेगी। इसी तरह, उन्होंने अपने एक लेख में भारतीय 'आवारा' कुत्तों (street dogs) का पक्ष लेते हुए सुझाव दिया कि *"इनसे बेहतर कोई घरेलू (पालतू) कुत्ते नहीं हैं। यह बहुत चतुर और अनुकूल हैं; आप इन्हें व्यावहारिक रूप से कुछ भी सिखा सकते हैं।"*

करना चुना। एक और ख़ास विशेषता यह थी कि उन्होंने अध्ययन के अपने ख़ुद के तरीक़े विकसित किए थे। उदाहरण के लिए, उनके पास प्राकृतिक दुनिया का अवलोकन करने के लिए निर्मित विशेष उपकरण थे। इसमें एक टोपी और एक पर्दानुमा या घूँघट वस्तु शामिल थीं जिन्हें वे जानवरों से अपनी पहचान छिपाने के लिए पहनते थे। उनके अपने शब्दों में, *"स्थिर रहने और धीमी गति से चलने का कौशल मैंने कई वर्षों की कोशिश के बाद हासिल किया था।"*

बॉक्स-6 : स्कूल पुस्तकालयों के लिए कुछ महत्त्वपूर्ण संसाधन

इन तीन पुस्तकों में कृष्णन के कुछ लेख शामिल हैं :

- शान्ति और आशीष चन्दौला की किताब *Of Birds and Birdsong*, जो 2014 में अलेफ़, दिल्ली द्वारा प्रकाशित हुई थी। इसकी भूमिका प्रसिद्ध पक्षी विज्ञानी ज़फर फतेह अली ने लिखी है।
- रामचन्द्र गुहा द्वारा कृष्णन के लेखों का संकलन, *Nature's Spokesman : M Krishnan and Indian Wildlife*, जो 2007 में पेंगुइन बुक्स ने प्रकाशित किया था।
- BNHS मुम्बई से दो खण्डों में प्रकाशित कृष्णन का संग्रह, *India's wildlife* in 1959-70',.

BNHS के जर्नल (या JBNHS) में प्रकाशित कृष्णन के कुछ लेख वर्तमान सम्पादक को अनुरोध करके प्राप्त किए जा सकते हैं :

- कृष्णन (1952). 'Koels eating the poisonous fruit of the Yellow Oleander'. JBNHS, 50 (4): pg. 943-945;
- कृष्णन (1955). 'The Rosy Pastor in the Bellary Area'. JBNHS, 53 (1): pg.128;
- कृष्णन (1974). 'RH Waller's observations on wildlife in India: a partial rejoinder'. JBNHS, 71 (3): pg. 594-598;
- कृष्णन (1978). 'Disconnected observations on a species of *Scolapendra*. JBNHS, 75 (1), pg. 239-240; और,
- कृष्णन (1978). 'Emotive kinships amongst animals'. JBNHS, 75 (3), pg. 613-618.

1950 के दशक की शुरुआत में द *स्टेट्समैन* में प्रकाशित कृष्णन के कुछ लेखों को नए सिरे से डिजिटल किया गया है। इन्हें यहाँ पढ़ा जा सकता है : https://www.mkrishnan.com/uploads/1/1/2/5/112547211/1950-54_cn.pdf.

बॉक्स-7 : विचार करने योग्य कुछ प्रश्न

प्रश्न : कृष्णन ने स्कूली पाठ्यक्रम में गाय के विषय को लेकर अपनाई गई रणनीति के माध्यम से सीखने की संकेन्द्रित प्रणालियों को चित्रित किया है। क्या आप ऐसे किसी अन्य उदाहरण के बारे में जानते हैं? एक का वर्णन करें।

प्रश्न : अपने आस-पास के किसी ऐसे जानवर के बारे में सोचें जिसमें आपकी रुचि हो। इसकी किसी भी विशेषता का यथासम्भव विस्तार से वर्णन करते हुए एक नोट लिखें।

प्रश्न : एक समकालीन प्रकृतिवादी के बारे में सोचें जिनकी संवेदनशीलता जंगली और घरेलू जानवरों दोनों के प्रति विस्तृत है। उनकी एक संक्षिप्त जीवनी लिखें।

प्रश्न : क्या आप पाँच लुप्तप्राय प्रजातियों की सूची बना सकते हैं जो बाघों और हाथियों की तरह आकर्षक नहीं दिखती हैं? इन प्रजातियों को उजागर करने के लिए एक कोलाज बनाने का प्रयास करें।

प्रश्न : वर्तमान विकास परियोजनाएँ हाथी पर कैसे प्रभाव डाल रही हैं? अपने निकटतम हाथियों के आवास में इसका अध्ययन करें।

एक और अनूठा पहलू उनकी शैली थी। कृष्णन का लेखन सूक्ष्म विवरणों से समृद्ध था जो उनके स्वयं के अवलोकनों और फील्डवर्क से आता था। उनके प्रत्येक लेख में अक्सर उनके स्वयं के पेन और स्याही से बनीं कलाकृति या उत्कृष्ट तस्वीरें (photographs) होती थीं। कृष्णन के गहन चिन्तन में बच्चों जैसा विस्मय और उनके लेखन की भाषा को नज़रअन्दाज़ करना असम्भव है। लेकिन, इससे भी अधिक कृष्णन के लेखों की जो विशिष्टता थी, वह थी उनकी अन्वेषण की भावना। जैसा कि कोयल और रोज़ी स्टारलिंग के लेख में दिखता है, कृष्णन सवाल उठाने और एक रहस्यपूर्ण राह पर चलने के इच्छुक रहे, भले ही उनके कोई अन्तिम उत्तर न मिले (**बॉक्स-3 देखें**)। इसका इस तथ्य से कुछ लेना-देना हो सकता है कि वे अपने ख़ाली समय में जासूसी उपन्यास पढ़ने का आनन्द लेते थे और अनसुलझे रहस्य उन्हें परेशान

नहीं करते थे। दिलचस्प बात यह है कि इन सवालों को पूछते समय, कृष्णन सभी के जवाब देने के लिए स्वयं को बाध्य नहीं समझते थे। बल्कि ऐसा लगता है कि यह पाठक को दिलचस्प तथ्यों की एक गली में ले जाने की उनकी रणनीति का एक हिस्सा था और फिर उन्हें बढ़ती जिज्ञासा के साथ छोड़ देना था, जो अब तक उनकी अपनी जिज्ञासा बन गई होती थी।

साहसी संरक्षणवादी

1959 में, एक छात्रवृत्ति की बदौलत कृष्णन को देश भर का दौरा करने का अवसर मिला। यह राष्ट्र-निर्माण के शुरुआती चरण का समय था, जब बड़े बाँधों, खनन परियोजनाओं, रेलवे लाइनों, सड़कों, प्लांटेशन और कृषि के विस्तार का बड़े पैमाने पर काम हो रहा था। कई लोगों के विपरीत, कृष्णन इन सभी पर मोहित नहीं थे। उन्होंने साहसपूर्वक इन परियोजनाओं, जो अपने क्षेत्रों पर वन्यजीवों की सम्प्रभुता का सम्मान करने में पूरी तरह विफल थी, को चलाने वाली देशभक्ति की भावना पर सवाल उठाया (**चित्र-3 देखें**)।

उनकी अधिकांश चिन्ताएँ हाथी के इर्द-गिर्द घूमती रहीं। वन्यजीवन को सामान्य रूप से नुक़सान उठाना पड़ा; पक्षी, बिल्ली (Felidae) कुल और अन्य छोटे जानवर उन्नत होती हुई सभ्यता के सम्पर्क से जिस हद तक बचने में क़ामयाब रहे वह हाथी के लिए सम्भव नहीं था। एक बड़ा और लम्बे समय तक जीवित रहने वाला जानवर होने के कारण हाथी का मनुष्यों के साथ संघर्ष बढ़ना ही था। हाथी अपने आवास और उसके गलियारों से गहराई से जुड़ा हुआ है और अपने जीवनकाल में एक फैले हुए इलाक़े में घूमता है। (**बॉक्स-4 देखें**)।

भारत ने 1973 में प्रोजेक्ट टाइगर लॉन्च किया। यह भारतीय बाघ के संरक्षण के लिए एक बहु-प्रतीक्षित, केन्द्र प्रायोजित योजना थी जो अब भी है। कृष्णन, जो इस परियोजना की संचालन समिति के संस्थापक सदस्य थे, ने इस बात से इंकार नहीं किया कि बाघ और उसके शिकारी जानवरों के लिए भूमि आरक्षित करने से हाथियों को राहत मिलेगी। हालाँकि, इसने उनकी दूसरी चिन्ता जगा दी : *"जब बाघ, जो लगभग 200 सालों तक भारत के मनुष्यों के दिलो-दिमाग़ पर छाया रहा, उसकी आबादी में कमी, पर लोगों का ध्यान एकदम अन्तिम चरण में गया था तो फिर यह तो तर्कसंगत है कि कम आकर्षक जानवरों, जैसे — शेर जैसी पूँछ वाले मकाक (lion -tailed macaque), काला रीछ (sloth bear), लकड़बग्घा, भेड़िया और छोटी भारतीय लोमड़ी की संख्या में कमी पर काफ़ी हद तक ध्यान नहीं दिया गया होगा।"* समय के साथ, कृष्णन ने वाटर मॉनिटर (water monitors) और जंगली कुत्तों जैसी प्रजातियों को इस सूची में जोड़ा और साथ ही ब्लैकबक और तेंदुए के 'स्थानीय विलुप्त होने' से सम्बन्धित सम्भावनाओं को चिह्नित किया। ऐसा करते हुए कृष्णन ने उस सम्भावना का अनुमान लगाया होगा जिसे आज 'मूक विलुप्ति' कहा जाता है। यह एक ऐसी प्रक्रिया है जिसके तहत 'आकर्षक' प्रमुख प्रजातियों के लिए हमारी प्राथमिकता, हमें छोटी और कम आकर्षक प्रजातियों से दूर कर सकती है जो स्वस्थ पारिस्थितिकी तंत्र के लिए उतनी ही महत्त्वपूर्ण हो सकती हैं (**बॉक्स-5 देखें**)।

चलते-चलते

वन्यजीव संरक्षण पर उनके काम की सराहना में, कृष्णन को 1970 में पद्मश्री से सम्मानित किया गया था। 1995 में, कृष्णन को संयुक्त राष्ट्र पर्यावरण कार्यक्रम (यूएनईपी) के ग्लोबल 500 रोल ऑफ़ ऑनर - उनके शब्दों में - "भारत की जंगली वनस्पतियों और जीवों की लगातार ख़त्म हो रही अद्भुत विरासत के बारे में लोगों को सूचित करने और उनमें दिलचस्पी जगाने की कोशिश में लगभग आधी सदी के निरन्तर प्रयास" के लिए नामित किया गया। वे अपने पीछे एक ऐसी विरासत छोड़ गए हैं जिसे उनके और उनके कामों पर रचे गए साहित्य से खोजा जा सकता है (**बॉक्स-6 देखें**)।

प्रकृति के इस विद्यार्थी का जीवन और कार्य प्राकृतिक दुनिया को लिपिबद्ध करने और संरक्षित करने में अथक जिज्ञासा और गहरी संवेदनशीलता की भूमिका के कई उदाहरण प्रस्तुत करता है (**बॉक्स-7 देखें**)। जैसा कि कृष्णन हमें याद दिलाते हैं, "केवल प्रकृति की महान विरासत जो हमारे पास है, उसमें हमारी युक्ति, बुद्धि या कल्पना का कोई योगदान नहीं है और यह हमारी रचनात्मक प्रतिभा से परे है, हालाँकि हमारे पास अभी भी इसे नष्ट करने की शक्ति है।"

मुख्य बिन्दु



- एम. कृष्णन का जीवन और कार्य प्राकृतिक दुनिया को लम्बे समय तक बनाए रखने और संरक्षित करने में अथक जिज्ञासा और गहरी संवेदनशीलता की भूमिका के कई उदाहरण प्रदान करता है।
- एक विद्यार्थी के रूप में, स्कूल और कॉलेज में उनका शैक्षिक रिकॉर्ड औसत था। हालाँकि, उन्होंने ख़ूब पढ़ा और वन्य जीवन और कला में गहरी रुचि विकसित की।
- वनस्पति विज्ञानी प्रोफ़ेसर पी.एफ. फीसन के मार्गदर्शन में अध्ययन करने के अवसर ने इस औसत विद्यार्थी को पौधों और जानवरों के बीच बहु-आयामी पारस्परिक क्रिया को देखने के काबिल एक अनुभवी प्रकृतिवादी के रूप में विकसित होने में मदद की।
- विभिन्न प्रकार की नीरस नौकरियों को करने के बाद, कृष्णन ने एक स्वतंत्र लेखक, प्रकृतिवादी और फोटोग्राफ़र के रूप में अपना जीवन यापन करना चुना।
- अपने लेखन के माध्यम से, कृष्णन ने मनुष्यों और सभी प्रकार के जानवरों - बड़े-छोटे, निकट-दूर, आकर्षक और 'परिया' के बीच अन्तरजातीय साहचर्य के लिए, नैतिक ही नहीं, एक उच्च मानक स्थापित किया।
- एक संरक्षणवादी के रूप में, कृष्णन ने स्वतंत्र भारत में विकास परियोजनाओं (जो अपने क्षेत्रों पर वन्यजीवों की सम्प्रभुता का सम्मान करने में पूरी तरह विफल थीं) को चलाने वाली देशभक्ति की भावना पर सवाल उठाने में साहस दिखाया।
- कृष्णन ने विद्यार्थियों को प्राकृतिक दुनिया की ख़ुशियों से परिचित कराने में स्कूली शिक्षा की भूमिका पर सवाल उठाया। उन्होंने देश में पौधों और पशु जीवन के लिए विद्यार्थियों की जिज्ञासा और देखभाल को जोड़ने के लिए महत्त्वपूर्ण दार्शनिक और व्यावहारिक संकेत देने की पेशकश की।

टिप्पणियाँ :

1. ऐसा माना जाता है कि शब्द 'परिया' मूल रूप से दक्षिण भारत की एक स्वदेशी जनजाति के सदस्य को सन्दर्भित करता है, जो शादियों और अन्त्येष्टि आदि के समय ड्रम बजाते थे (जिन्हें पारई कहा जाता है)। यह जल्द ही एक जातिवादी गाली में बदल गया। जिस समय कृष्णन रहते थे और लिखते थे, उस समय इसका व्यापक रूप से उपयोग किया जाता था, तब से इसके अपमानजनक अर्थों के बारे में हमारी जागरूकता बढ़ी है। जब ग़ैर-मानव जानवरों के सन्दर्भ में इसका उपयोग किया जाता है तो इसके कई अर्थ हो सकते हैं, जिनमें 'मूल', 'मुक्त' से लेकर 'बाहरी', 'सामान्य या साधारण', 'नीरस या अनाकर्षक', 'मेहतर', 'बहिष्कृत' या इनमें से कुछ संयोजन शामिल है। इस लेख में इस शब्द को केवल इसलिए नहीं रखा गया है क्योंकि कृष्णन की इनमें रुचि थी और उनके लेखों ने इस शब्द के अधिक अपमानजनक उपयोगों से जुड़ी आम धारणाओं को ख़ारिज कर दिया, बल्कि इसलिए भी क्योंकि उनकी टिप्पणियों और लेखन ने इनमें से कई धारणाओं को चुनौती देने और बदलने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई है।
2. Source of the image used in the background of the article title: Indian elephants in a stream. Credits: PickPik. URL: https://www.pickpik.com/elephants-family-group-river-wildlife-nature-mammal-5110. License: Royalty Free

For further reading:

1. Bittu Sehgal (2017). 'M Krishnan: In Remembrance and Gratitude'. Nature in Focus. URL: https://www.natureinfocus.in/environment/in-remembrance-and-gratitude.
2. Kumaran Sathasivam. 'The national treasure that was M Krishnan'. Madras Musings. (Archive) Vol. XXII No. 14, November 1-15, 2012. URL: https://madrasmusings.com/Vol%2022%20No%2014/the-national-treasure-that-was-m-krishnan.html.

वरुण शर्मा ने दिल्ली विश्वविद्यालय से सामाजिक कार्य में पीएचडी की है। उनके शोध का एक महत्त्वपूर्ण हिस्सा ऐतिहासिक परिप्रेक्ष्य से देखे गए मानव-पशु सम्बन्धों से सम्बन्धित है। उन्हें प्रसिद्ध और विस्मृत किए गए प्रकृतिवादियों की जीवनियाँ अत्यन्त ज्ञानवर्धक लगती हैं। उनसे varunwaters@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : जितेन्द्र 'जीत' **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

ऑक्सीजन की खोज :
हॉल ऑफ़ फ़ेम

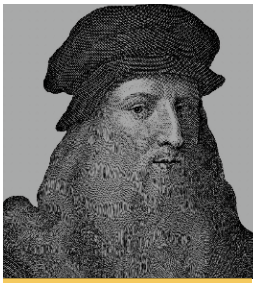
यहाँ ऐसे 10 वैज्ञानिकों के चित्र दिए गए हैं जिनकी ऑक्सीजन की खोज में महत्त्वपूर्ण भूमिका थी। चित्र के नीचे एक पट्टी है जिस पर उनके नाम लिखे होने चाहिए। क्या आप इनके नाम जानते हैं?


(a)


(b)


(c)


(d)


(e)


(f)


(g)


(h)


(i)


(j)

नहीं बूझ पा रहे हैं? यदि आपको कुछ सुराग़ चाहिए तो इस अंक के पृष्ठ-39 पर जाएँ।

Note: Source of the image used in the background of the article title: Jigsaw pieces. Credits: Wounds_and_Cracks, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/puzzle-piece-tile-jig-jigsaw-game-3306859/. License: CC0.

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : अफ़साना पठान **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडीटिंग :** अनुज उपाध्याय



एक गुमनाम नायक

सुशीला श्रीनिवास

सिस्टिक फाइब्रोसिस को लम्बे समय तक बचपन की एक जानलेवा बीमारी माना जाता था। एक महिला चिकित्सक और शोधकर्ता के योगदान ने पीड़ित रोगियों की गुणवत्ता और जीवन प्रत्याशा को सुधारने में महत्त्वपूर्ण सहयोग किया था। कौन है ये गुमनाम नायक? हम उसके जीवन और कार्य के बारे में कितना जानते हैं?

"आज मेरे जीवन का सबसे अच्छा दिन है। उन्हें सिस्टिक फाइब्रोसिस के लिए एक जीन मिल गया है।" यह डायरी की एक प्रविष्टि थी जिसे 25 अगस्त, 1989 को एक आठ साल के बच्चे ने लिखा था, वह सिस्टिक फाइब्रोसिस (सीएफ) नामक एक दुर्लभ जेनेटिक रोग से जीवित बच पाने वाला भाग्यशाली था। 1990 के दशक के मध्य तक इस रोग ने कइयों की जान उनकी शैशवास्था में ही ले ली थी। उनका शरीर बहुत ही गाढ़ा और चिपचिपा श्लेष्मा (बलगम) बनाता था जो कई अंगों विशेषकर फेफड़ों और अग्नाशय की नलिकाओं, वाहिकाओं और मार्गों में जमा होकर अवरोध पैदा करता था। प्रभावित शिशुओं में बहुत लवणीय त्वचा, साँस लेने में कठिनाई और पाचन सम्बन्धी समस्याओं जैसे लक्षण दिखाई देते थे। गम्भीर रूप से पीड़ित बच्चे कुपोषित (अच्छी भूख के बावजूद) और कमज़ोर हो जाते थे और फेफड़ों के संक्रमण और निमोनिया की चपेट में आसानी से आ जाते थे।

चिकित्सक लम्बे समय से इस दुर्लभ जन्मजात बीमारी को लेकर उलझे हुए थे। उस समय तक चिकित्सा समुदाय मौतों के लिए कोलियाक नामक रोग को ज़िम्मेदार मानता था जो एक पाचन और प्रतिरक्षा सम्बन्धी पुराना रोग था और उसी तरह इसका इलाज किया जाता था। हालाँकि, 1938 में पैथोलॉजिस्ट डोरोथी हैंसिन



चित्र-1 : डोरोथी हैनसिन एंडरसन। चिकित्सक, बाल रोग विशेषज्ञ और पैथोलॉजिस्ट, एंडरसन, सीएफ की पहचान और व्याख्या करने वाली पहली व्यक्ति थीं।

एंडरसन की एक अभूतपूर्व खोज ने इसे बदल दिया। (**चित्र-1 देखें**)

खोजी चिकित्सक

एंडरसन 1935 में बेबीज़ अस्पताल, कोलम्बिया-प्रेस्बिटेरियन मेडिकल सेंटर, न्यूयॉर्क में एक पैथोलॉजिस्ट के रूप में काम कर रही थीं। उनके कामों में रोगियों की मृत्यु के कारणों का पता लगाने के लिए अंगों की चीरफाड़ और शरीर के तरल पदार्थों की जाँच करना शामिल था।

फेफड़ों के संक्रमण और कुपोषण के कारण जान गवाँ रहे शिशुओं की संख्या से एंडरसन अक्सर परेशान रहा करती थीं। उस समय 1938 में एक दिन एक ऐसे ही तीन साल के बच्चे का शव परीक्षण करते हुए उन्होंने पाया कि बच्चे के क्षतिग्रस्त फेफड़ों की श्वासनली असामान्य गाढ़े बलगम से जाम हो गई थी। आगे छानबीन करने पर उन्होंने पाया कि शिशु के अग्न्याशय से निकलने वाली नलिकाओं को भी इसी तरह के गाढ़े बलगम ने जाम कर दिया था। उन्होंने यह भी देखा कि बच्चे का अग्न्याशय क्षतिग्रस्त हो चुका था और 'पूरी तरह से एक कठोर रेशेदार रेतीले खोल (पुटिका) से ढँका हुआ था।' एंडरसन ने यह अनुमान लगाया कि गाढ़े बलगम ने पाचन के लिए अग्न्याशय से उत्पन्न होने वाले क्षयकारी एंजाइमों को स्रावित होने से रोक दिया था। इस कारण इन एंजाइमों ने अग्न्याशय पर ही अपना असर डाला था। आगे जाकर उन्होंने अग्न्याशय के इन एंजाइमों के अवरोधित वितरण को श्वासनली और अग्न्याशय नलिकाओं की ऊपरी परत बनाने वाली उपकला (एपिथीलियल) कोशिकाओं में बढ़ी हुई लवणता से जोड़ा। ये कोशिकाएँ स्वस्थ व्यक्तियों में श्वासनली और नलिकाओं को चिकना करने के लिए श्लेष्मा का स्राव करती हैं। जबकि सीएफ से संक्रमित बच्चों में, उपकला (एपिथीलियल) कोशिकाएँ गाढ़ा चिपचिपा श्लेमा बनाती और स्रावित करती हैं जो बच्चे की श्वासनली को अवरुद्ध कर देती है और फेफड़ों को संक्रमण के प्रति अतिसंवेदनशील बनाती है। एंडरसन ने इस असमान्यता को एक नई बीमारी के रूप में पहचाना। उन्होंने इसे 'अग्न्याशय का सिस्टिक फाइब्रोसिस' नाम दिया और 50 पन्नों के शोध पत्र में इसका विस्तृत विवरण साझा किया। 1939 में इस बीमारी पर उनके काम के लिए उन्हें बाल चिकित्सा अनुसन्धान समिति द्वारा ई मीड जॉनसन पुरस्कार से सम्मानित किया गया था।

एंडरसन ने अपने आपको केवल एक पैथोलॉजिस्ट के रूप में ही सीमित नहीं किया बल्कि उन्होंने सीएफ रोगियों (ज़्यादातर छोटे बच्चों) के साथ सीधे काम भी किया। यह उस समय के कई पैथोलॉजिस्टों, ख़ासकर महिलाओं द्वारा, नहीं किया जाता था। 1942 में, उन्होंने शोधकर्ता और चिकित्सक पॉल डी सैंट'एग्नीज के साथ मिलकर पसीने में क्लोराइड की मात्रा को मापने के लिए एक टेस्ट तैयार किया (सीएफ पीड़ितों के पसीने में क्लोराइड का स्तर अधिक होता है)। यह 'स्वेट टेस्ट' (पसीना परीक्षण) सीएफ रोग की पहचान के लिए आज तक



चित्र-2 : एंडरसन अपने सहयोगी पॉल डी सैंट'एग्नीज के साथ जो उनकी बाईं ओर खड़े हैं। दोनों ने सीएफ की पहचान के लिए परीक्षण तैयार किया और सीएफ के लक्षणों के इलाज के लिए पेनिसिलिन के उपयोग की पैरवी की।

बॉक्स-1 : महत्त्वपूर्ण घटनाक्रम

15 मई, 1901 : जन्म।

1914-20 : माता-पिता दोनों को खो दिया।

1922 : माउंट होलीओक कॉलेज, मैसाचुसेट्स से प्राणी और रसायन विज्ञान (Bachelor of Arts in Zoology and Chemistry) में स्नातक।

1922-1926 : जॉन हॉपकिंस यूनिवर्सिटी स्कूल ऑफ़ मेडिसिन, बाल्टीमोर से मेडिकल डिग्री में स्नातक।

1930-35: कोलम्बिया यूनिवर्सिटी कॉलेज ऑफ़ फिजिशियंस एंड सर्जन्स में प्रशिक्षक के पद को स्वीकार किया। अन्तःस्त्राविकी (एंडोक्रिनोलॉजी) में डॉक्टरेट पूरा किया।

1935 : न्यूयॉर्क के कोलम्बिया-प्रेस्बिटेरियन मेडिकल सेंटर के बेबीज़ अस्पताल में सहायक पैथोलॉजिस्ट के पद को स्वीकार किया।

1938 : सीएफ की व्याख्या की।

1942 : पॉल डी सैंट'एग्नेस के साथ मिलकर सीएफ की पहचान के लिए 'पसीना परीक्षण' ('स्वेट टेस्ट') को विकसित किया।

1945 : न्यूयॉर्क के कोलम्बिया-प्रेस्बिटेरियन मेडिकल सेंटर के बेबीज़ अस्पताल में सहायक बाल रोग विशेषज्ञ (असिस्टेंट पेडियाट्रिशियन) के पद को स्वीकार किया।

1949 : पता लगाया कि सीएफ सम्भवतः अलैंगिक अप्रभावी वंशानुकृत (gene) (ऑटोसोमल रिसेसिव जीन) के कारण होता है।

1952 : न्यूयॉर्क के कोलम्बिया-प्रेस्बिटेरियन हॉस्पिटल के पैथोलॉजी में प्रमुख पद पर नियुक्ति।

1958 : कोलम्बिया कॉलेज ऑफ़ फिजिशियंस एंड सर्जन्स, न्यूयॉर्क में पूर्णकालिक प्रोफ़ेसर।

1962 : फेफड़ों के कैंसर से पीड़ित होने की पहचान, सर्जरी कराई |

1963 : 3 मार्च को अन्तिम साँस ली।

आदर्श मानक बना हुआ है। एंडरसन और सैंट'एग्नीज ने आगे अध्ययन किया और सीएफ लक्षणों के उपचार के लिए बतौर विकल्प पेनिसिलिन के उपयोग की पैरवी भी की। (**चित्र-2 देखें**)। 1958 में, एंडरसन ने एक शोध पत्र प्रकाशित किया जिसमें उन्होंने प्रस्तावित किया कि सीएफ एक उत्परिवर्ती अप्रभावी जीन के कारण होता है। जिसका अर्थ है कि एक बच्चे को यह रोग सिर्फ़ तभी होता है, जब माता-पिता दोनों में दोषपूर्ण जीन होता है और यह बच्चों मे हस्तान्तरित हो जाता है।

एक मार्गदर्शक

1901 में उत्तरी कैरोलिना के एशविले में जन्मी एंडरसन एक विनम्र और रहस्यमयी शख़्सियत थीं, उन्होंने एक निजी जीवन जिया। उनके पेशेवर और निजी जीवन के बहुत कम दस्तावेज़ बचे हैं। यहाँ तक कि उनकी तस्वीर भी बमुश्किल मिलती हैं। (**बॉक्स-1 देखें**)। एंडरसन की जीवनी लिखने वाले लेखक उन्हें मृदुभाषी लेकिन 'बेहद व्यक्तिवादी' इन्सान बताते हैं जो कि उन दिनों के सामाजिक मानदण्डों के अनुरूप नहीं थी। वे अपनी इच्छा से हमेशा अविवाहित रहीं। अपने दौर की अधिकांश महिलाओं के विपरीत एंडरसन मैले-कुचैले अव्यवस्थित पहनावे और अक्सर उँगलियों में फँसी लहराती हुई सिगरेट और कपड़ों पर राख के साथ देखी जाती थीं। उन्होंने एक सक्रिय जीवन शैली का आनन्द लिया जिसमें बढ़ईगिरी (कारपेंटरी), कैनोइंग और लम्बी पैदल यात्राएँ शामिल थीं।

पेशेवर तौर पर एंडरसन सबसे अलग थीं। 1900 के आरम्भ में, महिलाओं के लिए अध्ययन और काम करने के अवसर सीमित थे। बहुत ही कम संख्या में महिलाएँ चिकित्सा विशेषज्ञ थीं। एंडरसन एक असाधारण प्रतिभा थीं जिन्होंने दो डिग्रियाँ हासिल कीं, एक चिकित्सा में और दूसरी एंडोक्रिनोलॉजी (अन्तःस्त्रावी विज्ञान) में। उन्होंने 1926 में जॉन्स हॉपकिन्स यूनिवर्सिटी स्कूल ऑफ़ मेडिसिन से चिकित्सक की डिग्री प्राप्त की और न्यूयॉर्क स्थित रोचेस्टर में रोचेस्टर विश्वविद्यालय में एक वर्ष के लिए शरीर रचना विज्ञान (एनाटॉमी) पढ़ाया। इसके बाद उन्होंने न्यूयॉर्क के रोचेस्टर स्थित स्ट्रॉन्ग मेमोरियल अस्पताल में सर्जिकल रेसिडेंसी प्रोग्राम के लिए आवेदन किया। जहाँ उन्हें इस पद पर रखने से मना कर दिया गया। कई इतिहासकारों के अनुसार, मना करने का कारण केवल उनकी लैंगिक पहचान थी। इससे हतोत्साहित न होकर एंडरसन ने कोलम्बिया यूनिवर्सिटी कॉलेज ऑफ़ फिजिशियंस एंड सर्जन्स के पैथोलॉजी विभाग में एक प्रशिक्षक के रूप में काम शुरू किया। 1930-35 के बीच, उन्होंने चिकित्सा अनुसन्धान पर ध्यान केन्द्रित किया और धैर्य व दृढ़ता के साथ अन्तःस्त्रावी ग्रन्थियों और महिला प्रजनन विषय का अध्ययन किया, जिससे उन्हें अपने समकक्षों के बीच सम्मान मिला। और इसी से उन्हें एंडोक्रिनोलॉजी में डॉक्टरेट की उपाधि भी मिली। 1935 में,

बॉक्स-2 : लॉस्ट वुमेन इन साइंस के पॉडकास्ट सीज़न-1 को सुनें

लॉस्ट वुमेन इन साइंस एक ग़ैर-लाभकारी संगठन है जिसका उद्देश्य *''उन महिला वैज्ञानिकों का छुपा इतिहास उजागर और बयान करना है जिन्होंने अपने क्षेत्रों में अभूतपूर्व उपलब्धियाँ हासिल की हैं।''* इस उद्घाटन सीज़न का नाम 'द पैथोलॉजिस्ट इन द बेसमेंट' है जो डोरोथी एंडरसन को समर्पित है। इस सीज़न में मूलतः चार एपिसोड हैं (जिनके नाम 'द क्वेश्चन मार्क', 'द मैटिल्डा इफेक्ट', 'द केस ऑफ़ द मिसिंग पोर्ट्रेट' और 'ब्रेकफास्ट इन द स्नो' हैं और इसके अलावा एक अतिरिक्त एपिसोड है (जिसका शीर्षक 'द रेज़िग्नेशन' है)। एंडरसन के शोध पर अधिक रोमांचक विवरण के लिए, इस पॉडकास्ट को यहाँ सुनें : https://www.lostwomenofscience.org/season-1। इसके अलावा, सीएफ पर एंडरसन के भाषण की दुर्लभ वॉयस रिकॉर्डिंग को सुनना न चूकें, जो उनके जीवनी लेखक डॉ. स्कॉट बेयर्ड द्वारा क्यूरेट की गई है, यह पॉडकास्ट के एपिसोड-4 में उपलब्ध है।

उन्होंने न्यूयॉर्क के कोलम्बिया-प्रेस्बिटेरियन मेडिकल सेंटर के बेबीज़ अस्पताल में एक सहायक पैथोलॉजिस्ट के रूप में काम करना स्वीकार किया। यह वही जगह थी जहाँ पर उन्होंने सीएफ बीमारी के पैटर्न को पहचाना और व्याख्या की। यहीं पर उनकी जन्मजात हृदय सम्बन्धी विकृतियों में भी रुचि पैदा हुई और उन्होंने उन शिशुओं के हृदयों का संग्रह शुरू किया जो पैदाइशी हृदय सम्बन्धी विकारों के कारण जान गवाँ चुके थे। 1958 में, उन्हें कोलम्बिया-प्रेस्बिटेरियन अस्पताल में पैथोलॉजी का प्रमुख और कोलम्बिया यूनिवर्सिटी कॉलेज ऑफ़ फिजिशियन एंड सर्जन में पैथोलॉजी का पूर्णकालिक प्राध्यापक बनाया गया।

एंडरसन एक कुशल पैथोलॉजिस्ट और सजग शोधकर्ता थीं। वह अपने सीएफ रोगियों के विस्तृत विवरण को सुरक्षित रखतीं और उनके लिए रोग प्रबन्धन रणनीतियाँ तैयार करती थीं। सिस्टिक फाइब्रोसिस फ़ाउंडेशन की चिकित्सा शिक्षा समिति के सदस्य के रूप में, एंडरसन ने पूरे अमरीका में मेडिकल कॉलेजों का दौरा किया, जहाँ उन्होंने इस रोग के बारे में जागरूकता फैलाने के लिए व्याख्यान दिए (**बॉक्स-2 देखें**)। शरीर रचना विज्ञान (एनाटॉमी) और हृदय रोग विज्ञान (कार्डियोलॉजी) में उनका ज्ञान इतना व्यापक था कि उन्हें द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान सशस्त्र बल पैथोलॉजी संस्थान (आर्म्ड फोर्सेज इंस्टीट्यूट ऑफ़ पैथोलॉजी) में एक सलाहकार के रूप में बुलाया गया था। उन्होंने अपने शोध का उपयोग ओपन-हार्ट सर्जरी के अग्रणी सर्जनों के लिए एक प्रशिक्षण कार्यक्रम तैयार करने में किया था। इतना ही नहीं, एंडरसन ने एक दुर्लभ ग्लाइकोजन स्टोरेज रोग (जिसे जीएसडी टाइप IV या एंडरसन रोग कहा जाता है) की पड़ताल भी की और बताया कि यह ख़राब यकृत (लिवर) एंजाइम के कारण होता था। इस रोग के लक्षण, एक अलैंगिक अप्रभावी वंशानुकृत पैटर्न (ऑटोसोमल रिसेसिव इन्हेरिटन्स पैटर्न) को प्रदर्शित करते हुए, पैदा होने के कुछ महीनों बाद बच्चे में पहली बार दिखते हैं। परिणामस्वरूप सामान्यतः शुरुआती वर्षों मे ही उनकी मृत्यु हो जाती है।

धूम्रपान की लत से एंडरसन की सेहत पर बुरा असर पड़ा। 1963 में 62 साल की उम्र में वे फेफड़ों के कैंसर की चपेट में आ गईं। सीएफ में किए गए उनके उत्कृष्ट काम के लिए उन्हें 2002 में नेशनल वीमेन्स हॉल ऑफ़ फ़ेम में शामिल किया गया था।

मुख्य बिन्दु



- ऐसे समय में जब महिलाओं के पास अध्ययन और काम करने के सीमित अवसर थे, तब डोरोथी हैन्सिन एंडरसन ने चिकित्सक और एंडोक्रिनोलॉजिस्ट, दोनों बनने के लिए आवश्यक योग्यता प्राप्त करते हुए दो डिग्रियाँ हासिल कीं।
- अध्यापन में एक सहायक के रूप में शुरुआत करने के बाद एंडरसन ने एक बाल रोग विशेषज्ञ, पैथोलॉजिस्ट, शोधकर्ता, हृदय रोग विशेषज्ञ (कार्डियोलॉजिस्ट) के रूप में काम किया और चिकित्सा शिक्षा समिति की सक्रिय सदस्य बनीं।
- वे पहली व्यक्ति थीं, जिन्होंने एक ऐसे असाधारण जन्मजात रोग को पहचाना और व्याख्या की, जिसने कई बच्चों की बचपन में ही जान ले ली थी, इस रोग को उन्होंने ही 'सिस्टिक फाइब्रोसिस' नाम दिया था।
- एंडरसन ने पॉल डी सैंट'एग्नेस के साथ मिलकर सीएफ की पहचान करने के लिए एक पसीना परीक्षण (स्वेट टेस्ट) विकसित किया और इसके इलाज के लिए पेनिसिलिन के उपयोग की पैरवी की।
- उनके काम ने, बच्चों में पाए जाने वाली एक लगभग जानलेवा बीमारी पर क़ाबू पाने में सहयोग प्रदान किया जिससे उनके जीवन की गुणवत्ता और जीवन प्रत्याशा में सुधार आया।

सुशीला श्रीनिवास एक जुनूनी विज्ञान प्रसारक हैं। किसी भी दिन, वे विज्ञान और ग़ैर-विज्ञान के बीच कड़ी बनाते हुए विभिन्न मुद्दों पर आम व्यक्ति के अनुकूल सहज आख्यान प्रस्तुत करने कि कोशिश करते हुए पाई जाती हैं। सुशीला वर्तमान में हैप्पीएस्ट हेल्थ (www.happiesthealth.com) में वरिष्ठ सम्पादक के रूप में काम करती हैं। उनसे susheela.s@happiesthealth.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : विजय सेन **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



परमाणु सिद्धान्त के बारे में ग़लतफ़हमियाँ

उमा सुधीर

परमाणु सिद्धान्त वैसे तो रसायनविज्ञान में एक आधारभूत अवधारणा है, लेकिन विद्यालय की पाठ्यपुस्तक में इसे जिस तरह प्रस्तुत किया गया है यह विद्यार्थियों को एक सतही समझ और कई ग़लतफ़हमियों के साथ आगे ले जाता है। क्या शिक्षक पाठ्यपुस्तक में दी गई व्याख्याओं और चित्रणों की सीमाओं और चुनौतियों को पहचानते हैं?

परमाणु सिद्धान्त हालाँकि अमूर्त है, पर यह आधुनिक रसायनशास्त्र के केन्द्र में है। अध्ययन दिखाते हैं कि मिडिल और हाई स्कूल के कई विद्यार्थी इस सिद्धान्त के बारे में अपनी पाठ्यपुस्तकों से जानकारी रटने में अच्छे हो सकते हैं लेकिन उनमें कई ग़लतफ़हमियाँ भी होती हैं। अक्सर वे इस सिद्धान्त की बारीक़ियों को समझने में असमर्थ रहते हैं या यह समझने में कठिनाई महसूस करते हैं कि यह अन्य अवधारणाओं या वैज्ञानिक शाखाओं के साथ कैसे सम्बन्धित है। इन चुनौतियों का एक कारण विद्यालय की पाठ्यपुस्तकों में इस सिद्धान्त को प्रस्तुत करने के तरीक़े से जुड़ा है। इन पुस्तकों में व्याख्याएँ और चित्रांकन करने का तरीक़ा अक्सर भ्रान्तिपूर्ण होता है या ग़लतियों से भरा होता है। इसके अलावा, पाठ्यपुस्तकें अन्य विषयों के लिए इस सिद्धान्त की प्रासंगिकता और अन्य अवधारणाओं (जैसे गर्मी और तापमान) के साथ इसके सम्बन्धों पर प्रकाश नहीं डालती हैं। अगर यह सतही तौर से पढ़ाया जाता है, तो विद्यार्थी इस अवधारणा का उपयोग करके अवलोकित घटनाओं की व्याख्या करने या उनसे सम्बन्धित समस्याओं का समाधान करने में असमर्थ रहते हैं।

जून 2007 में एकलव्य, इन्दौर द्वारा आयोजित कार्यशाला के लक्ष्यों में से एक था - कक्षा-8 से 10 के 22 शिक्षकों को विद्यालय की पाठ्यपुस्तक में इस सिद्धान्त से सम्बन्धित व्याख्याओं और चित्रणों की चुनौतियों से परिचय कराना। शिक्षकों से तीन प्रश्न पूछे गए, जिनके जवाब उन्होंने लगभग 20 मिनट में दिए। प्राप्त उत्तरों के विश्लेषण से कुछ महत्त्वपूर्ण अन्तर्दृष्टि मिली।

धातुओं के गुणधर्म

पहला प्रश्न था : ताँबा और पारा दोनों धातु हैं। जहाँ ताँबा कमरे के तापमान पर ठोस रहता है, वहीं पारा द्रव होता है (**देखें चित्र-1**)। इसके अलावा, ताँबा, पारे की तुलना में ऊष्मा

और विद्युत का बेहतर सुचालक होता है। ताँबे और पारे के बारे में निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है-

(क) पारे के परमाणुओं की तुलना में ताँबे के परमाणु अधिक लोचदार होते हैं।

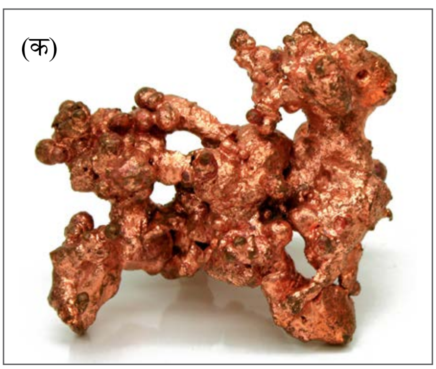
(ख) पारे के परमाणु द्रव होते हैं जबकि ताँबे के परमाणु ठोस होते हैं।

(ग) पारे के परमाणु की तुलना में ताँबे का परमाणु विद्युत का बेहतर चालक है।

(घ) इनमें से कोई भी नहीं। फिर, आप इन दो धातुओं के बीच दिख रही भिन्नताओं की व्याख्या कैसे करेंगे?

इस प्रश्न का उत्तर देने की कोशिश करने वाले 18 शिक्षकों में से कई ने तीन ग़लत विकल्पों(**क, ख** और **ग**) में से एक-या-एक से अधिक को चुना। केवल आठ ने सही विकल्प (**घ**) को चुना। इनमें से तीन ने अपने चयन के लिए कोई वज़ह नहीं दी। चार ने विभिन्न विस्तृत कारण दिए थे। केवल एक उत्तर ऐसा था जिसे सही माना जा सकता था : *"चूँकि यह गुणधर्म तत्वों के हैं यानी परमाणु के समूहों के, न कि किसी एक विशेष परमाणु के।"* वे शिक्षक जिन्होंने ग़लत विकल्पों का चयन किया, ऐसा लगता है कि वे मानते हैं परमाणु के समूहों में दिखाई देने वाले गुणधर्म एकल परमाणुओं में भी पाए जाते हैं। दूसरे शब्दों में, ऐसा लगता है कि वे सोचते हैं कि परमाणु तत्व का सबसे छोटा कण है, जो उस तत्व के सभी भौतिक और रासायनिक गुणों का प्रदर्शन करता है।

इस ग़लत धारणा के पीछे क्या कारण हो सकता है? इसका एक कारण शिक्षकों द्वारा अपने विद्यार्थियों को परमाणु की अवधारणा का परिचय देने के लिए बार-बार उपयोग किए जाने वाली छवि से जुड़ा हो सकता है। जो है किसी ईंट या चॉक के टुकड़े को तब तक छोटा-छोटा तोड़ते जाओ जब तक कि इन्हें इनकी 'ईंटगिरी' या 'चॉकगिरी' खोए बिना और छोटा न तोड़ा जा सके। इस सजीव चित्रण से विद्यार्थियों के मन में सम्भवतः यह छवि बनती है कि आकार को छोड़कर एक परमाणु बिल्कुल वैसा ही होता है जैसा उसका बड़ा टुकड़ा होता है, जिसका वह पहले हिस्सा था। यह विचार इतना प्रभावशाली होता है कि ऐसा लगता है कि धात्विक बन्धन और उसके गुणधर्मों (जो न सिर्फ़ यह बताते हैं कि क्यों एक धातु विद्युत चालक है बल्कि यह भी बताते हैं कि क्यों यह चमकदार, अघातवर्धनीय (लोचदार) आदि है) के बारे में विद्यार्थियों और शिक्षकों ने जो सीखा होता है वह धरा-का-धरा रह जाता है। इस भ्रम का एक कारण यह भी हो सकता है कि डॉल्टन (जिन्होंने परमाणु सिद्धान्त दिया) के विपरीत हमारी अणुओं की समझ मात्रात्मक नियमों से विकसित सिद्धान्त नहीं है। एक और कारण से ज्ञान खाँचों में बँटा हो सकता है। यह अक्सर उन मूल्यांकन विधियों द्वारा मज़बूत होता है जिन्हें यह जाँचने या पता करने के लिए डिज़ाइन नहीं किया गया है कि बच्चों ने विभिन्न अवधारणाओं के बीच के सम्बन्धों और सुसंगतता की ज़रूरत को वास्तव में कितना सीखा है।





चित्र-1 : ताँबे (**क**) और पारे (**ख**) के परमाणु एक-दूसरे से किस प्रकार भिन्न हैं?

गैस का तापमान

दूसरा प्रश्न था : हाइड्रोजन के एक अलग किए हुए अणु का तापमान क्या होता है?

11 शिक्षकों ने इस प्रश्न का उत्तर देने की कोशिश की। इनमें में से चार ने कहा कि हाइड्रोजन अणु का तापमान 'कमरे के तापमान' के बराबर होगा। एक उत्तर था '0°C' और एक उत्तर था हाइड्रोजन का 'क्रान्तिक तापमान'। एक शिक्षक ने PV = nRT सूत्र का उपयोग करने का प्रयास किया, लेकिन मामला T = PV/nR से आगे नहीं बढ़ा। एक अन्य शिक्षक ने *'गैसों के गतिज सिद्धान्त'* का उल्लेख किया, लेकिन आगे की अधिक व्याख्या नहीं दी। एक शिक्षक का उत्तर था : *"अकेले (एकल) अणु का तापमान गैस की पूरी मात्रा के तापमान के समान होगा।"* यह तापमान के बारे में इस भ्रमित सोच के एक कारण का ख़ुलासा करता है। 22 शिक्षकों में से केवल दो शिक्षकों ने कुछ हद तक सही उत्तर दिया। उनमें से एक ने कहा : *"एक एकाकी अणु के तापमान को मापना सम्भव नहीं है।"* दूसरे का उत्तर था : *"पूर्वानुमान और मापन नहीं कर सकते।"* हालाँकि, ये उत्तर भी मापन की समस्या पर केन्द्रित थे।

इन शिक्षकों में से कई गैसों के गतिज सिद्धान्त से परिचित थे। सम्भावना है कि वे इस सिद्धान्त से सम्बन्धित समीकरणों को बड़ी आसानी से हल कर सकते थे। फिर भी, उनमें से किसी को भी यह अजीब नहीं लगा कि उनसे एक हाइड्रोजन के एक अणु के तापमान के बारे में पूछा जा रहा है। उन्होंने इस बात को नज़रअन्दाज़ किया कि किसी पदार्थ का तापमान (चाहे वह ठोस, द्रव या गैसीय अवस्था में हो) एक व्युत्पन्न

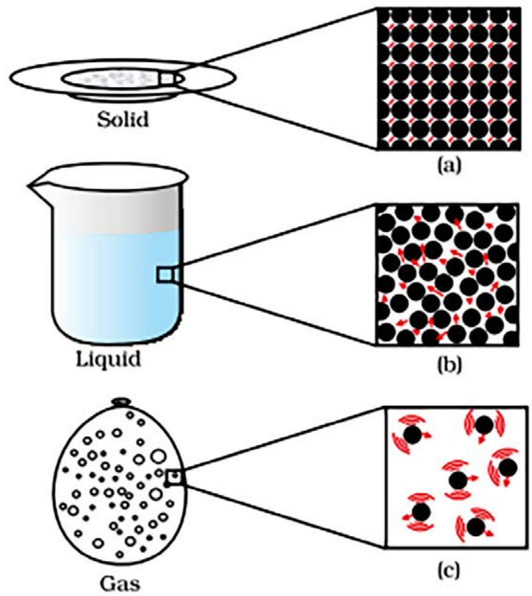


***Fig.1.5:** a, b and c show the magnified schematic pictures of the three states of matter. The motion of the particles can be seen and compared in the three states of matter.*

चित्र-2 : पाठ्यपुस्तकों में भ्रामक चित्र पदार्थ की प्रकृति के बारे में ग़लत धारणाओं को प्रभावित कर सकते हैं। ऐसे चित्रण का यह एक उदाहरण है। यह NCERT की कक्षा-9 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक के पहले अध्याय 'हमारे आस-पास के पदार्थ' में शामिल है।

राशि है जो हमें समूह में अणुओं की औसत ऊर्जा (गतिज ऊर्जा, इसलिए वेग) के बारे में कुछ बताती है। उनके उत्तर उस ग़लत धारणा पर आधारित दिखाई दिए जिसका यह मानना था कि तापमान एकल अणुओं का अन्तर्निहित गुणधर्म है जो सीधे मापनीय (चाहे यह कितनी ही अशुद्ध हो) है, बिल्कुल वैसे ही जैसे किसी मेज़ की लम्बाई।

द्रव्य की अवस्थाएँ

आख़िरी प्रश्न NCERT की नौवीं कक्षा की पाठ्यपुस्तक से एक चित्र के सन्दर्भ में था (**चित्र-2 देखें**)। शिक्षकों से अनुरोध किया गया था कि वे निम्नलिखित प्रश्नों का उत्तर देने से पहले चित्र ध्यानपूर्वक देखें :

(क) दिए गए चित्र से जितनी सम्भव हो सके जानकारी निकालने का प्रयास करें।

(ख) द्रव्य (पदार्थ) की अवस्थाओं के ठोस से द्रव और द्रव से गैस में बदलने पर घनत्व में हुए परिवर्तन की तुलना करें।

(ग) आपको क्या लगता है कि चित्र के तीन हिस्सों में अणुओं या परमाणुओं के बीच क्या है?

(घ) तीनों पदार्थों की अवस्थाओं में कणों के विन्यास के स्तर पर तुलना करें।

पहला भाग **(क)** पाठ्यपुस्तक के चित्र में व्याप्त त्रुटियों को देखने के लिए शामिल किया गया था। लेकिन किसी भी शिक्षक ने ऐसा नहीं किया। इसकी बजाय, उन्होंने इस हिस्से के उत्तर में पदार्थों की अवस्थाओं (ठोस, द्रव और गैस) के बारे में वे जो कुछ भी जानते थे लिख दिया।

दूसरा भाग **(ख)** चित्र के दो पहलुओं पर ध्यान दिलाने के लिए शामिल किया गया था :

- किसी (क्रिस्टलीय) ठोस के द्रव में बदलने पर उसके घनत्व में आई कमी को चित्र में बहुत बढ़ा-चढ़ाकर पेश किया गया है। इस प्रकार, चित्रण इस तथ्य को प्रतिबिम्बित नहीं करता है कि पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन आने पर मुख्यतः कणों के विन्यास में अधिक परिवर्तन होता है, कणों के बीच की दूरी में उतना परिवर्तन नहीं आता है। इसका एक उदाहरण धातुओं में देखा जा सकता है, जहाँ विन्यास में कमी यह बताती है कि क्यों धात्विक बन्ध पिघलने पर भी बने रहते हैं और पिघली हुई धातुएँ क्यों चमकदार और विद्युत चालक बनी रहती हैं।
- चित्रण द्रव के गैस में बदलते समय घनत्व की व्यापक कमी को ठीक से प्रस्तुत नहीं करता है। हम एक सरल उदाहरण पानी का लेते हैं, जब पानी का एक 'मोल' तरल अवस्था में 18 mL होता है और गैसीय अवस्था में 22,400 mL होता है (यदि हम STP पर किसी गैस के सन्दर्भ में सोचें तो यह 22.4 लीटर जगह घेरता है, हालाँकि यह पानी के लिए शायद पूरी तरह से सटीक न हो)। तब, इस अवस्था परिवर्तन के कारण आयतन में हज़ार गुना वृद्धि हो सकती है।

अधिकांश शिक्षकों ने इस हिस्से का उत्तर देते समय कहा कि कणों का घनत्व ठोस > द्रव > गैस के क्रम में घटता है।

तीसरे भाग **(ग)** का सही उत्तर है कि अणुओं या परमाणुओं (या कणों) के बीच 'कुछ नहीं' होता है। इस प्रश्न के उत्तर ने कुछ भ्रम और कुछ स्पष्टता का ख़ुलासा किया। तीन शिक्षकों ने इसका उत्तर 'हवा' दिया। दिलचस्प बात यह है कि विज्ञान शिक्षा में अनुसन्धान यह बताता है कि अधिकांश बच्चे मानते हैं कि गैस के अणु के बीच हवा मौजूद होती है। क्या विद्यार्थियों में यह भ्रम अपूर्ण रूप से पढ़ाए गए सिद्धान्त से सम्बन्धित हो सकता है? सात शिक्षकों ने 'अन्तर-आणविक बल' कहा, छह शिक्षकों ने 'अन्तर-आणविक दूरियाँ' कहा और दो शिक्षकों ने इन दोनों उत्तरों को मिलाकर कहा। क्या यह सम्भव है कि शिक्षकों ने इस प्रश्न का उत्तर 'कुछ नहीं' देने से बचने के लिए इन शब्दों का उपयोग किया?

चौथे भाग **(घ)** को पदार्थ की तीन अवस्थाओं की कण प्रकृति में सबसे महत्त्वपूर्ण अन्तरों में से एक पर ध्यान आकर्षित करने के लिए शामिल किया गया

था। कणों (परमाणुओं, अणुओं या आयनों) की व्यवस्था ठोस में अत्यन्त ही व्यवस्थित होती है, द्रव में कम व्यवस्थित होती है और गैसों में व्यवस्था बहुत ही बेतरतीब होती है। इस प्रकार, यह प्रश्न शिक्षकों को यह जाँचने के लिए आमंत्रित करता है कि क्या पाठ्यपुस्तक के चित्र से यह स्पष्ट होता है कि कण, ठोस में केवल कम्पनात्मक गति को ही दिखा सकता है, जबकि द्रव या गैस में स्थानान्तर गति को भी दिखा सकता है। हालाँकि, किसी भी उत्तर ने इन पहलुओं को नहीं छुआ। फिर से, शिक्षकों ने इस सवाल का उत्तर ठोस, द्रव और गैस में व्यवस्था और अव्यवस्था के बारे में पाठ्यपुस्तक के कथनों के साथ दिया।

इन उत्तरों से ऐसा लगता है कि शायद शिक्षकों ने चित्रण को इतना ध्यानपूर्वक या आलोचनात्मक तरीक़े से देखा नहीं या इन चित्रों का विद्यार्थियों के बीच ग़लत अवधारणाओं को मज़बूत करने के इसके प्रभाव के बारे में पर्याप्त चिन्तन नहीं किया। यह सम्भावना भी है कि घनत्व में मात्रात्मक बदलाव के चित्रण पर अधिक सटीक और सीधे प्रश्न, अधिक सटीक उत्तर दिला सकते थे *(जैसे कि पाठ्यपुस्तक के चित्र में गैस के कणों के घनत्व का चित्रण द्रव से दस गुना, सौ गुना या हज़ार गुना है?)*।

चलते-चलते

इस संक्षिप्त परीक्षण का उद्देश्य शिक्षकों को आलोचनात्मक रूप से यह जाँचने के लिए आमंत्रित करना था कि स्कूल की पाठ्यपुस्तक में परमाणु सिद्धान्त को कैसे प्रस्तुत किया गया है। क्या पाठ्यपुस्तक में दिए गए स्पष्टीकरण और चित्रण वास्तव में बच्चों को परमाणु सिद्धान्त जैसी मूलभूत अवधारणाओं को समझने और वास्तविक दुनिया में अवलोकनों पर लागू करने में मदद करने के अपने उद्देश्य को पूरा करते हैं?

परीक्षण के उत्तरों से यह प्रतीत होता है कि अधिकांश शिक्षक पाठ्यपुस्तक की जानकारी के साथ पर्याप्त गहराई से नहीं जुड़े थे। इसके अलावा, आश्चर्य की बात यह है कि कई शिक्षकों के मन में उसी तरह की ग़लतफ़हमियाँ थीं जैसी कि मिडिल और हाई स्कूल के विद्यार्थियों के बीच व्याप्त हैं। हो सकता है कि उनमें ये ग़लतफ़हमियाँ बचपन में विकसित हुई हों और वयस्क होने के बाद भी वे बरक़रार रहीं। यदि ऐसा है, तो यह इस आम धारणा का खण्डन करेगा कि विद्यार्थियों को पाठ्यपुस्तक की बातों/कथनों को रटवाने वाले शैक्षणिक और मूल्यांकन तरीक़े उन्हें इन बातों की सटीक समझ अपने आप विकसित करवाने के लिए पर्याप्त हैं।

यह छोटा-सा अध्ययन शिक्षकों को इस बात पर अधिक गहराई से चिन्तन करने में मदद कर सकता है कि वे परमाणु सिद्धान्त कैसे पढ़ाते हैं। साथ ही, यह पूछने और उत्तर देने के लिए कि पाठ्यपुस्तक के व्याख्यानों और चित्रणों में भ्रम और त्रुटियों की पहचान करना उनके शैक्षणिक और मूल्यांकन दृष्टिकोण का कैसे गाइड करता है?

मुख्य बिन्दु



- अध्ययन दिखाते हैं कि मिडिल और हाई स्कूल के कई विद्यार्थी परमाणु सिद्धान्त का वर्णन सटीकता से कर सकते हैं, लेकिन इसके बारे में कई ग़लत धारणाओं को बनाए रखते हैं।
- अक्सर, विद्यार्थी यह समझने में असमर्थ रहते हैं कि ये सिद्धान्त दूसरी अवधारणाओं या वैज्ञानिक शाखाओं से कैसे जुड़े हुए हैं।
- इन भ्रान्तियों में से कुछ पाठ्यपुस्तकों में ग़लत या भ्रान्तिपूर्ण व्याख्यानों और चित्रणों के कारण हो सकती हैं। शिक्षकों के द्वारा ये अनदेखे रह सकते हैं।
- कुछ शिक्षकों में भी परमाणु सिद्धान्त की उसी प्रकार की ग़लत धारणाएँ हो सकती हैं जो मिडिल और हाई स्कूल के विद्यार्थियों में होती हैं।
- ऐसी ग़लतफ़हमियों की पहचान करना और पाठ्यपुस्तक की व्याख्याओं और चित्रणों के साथ अधिक गम्भीरता से जुड़ना शिक्षकों को ऐसे शैक्षणिक और मूल्यांकन तरीक़े विकसित करने में मार्गदर्शन कर सकता है, जो बच्चों को इस सिद्धान्त को अधिक सटीक रूप से समझने और लागू करने में मदद करने में अधिक प्रभावी हैं।

Notes:

1. This article was first published in Sandarbh, Issue 60, pg. 35-41. This version is restructured and revised for conciseness. URL: https://www.eklavya.in/magazine-activity/sandarbh-magazines/300-sandarbh-from-issue-51-to-60/sandarbh-issue-60/1211-parmanu-sidhant-or-shikshako-ki-bhrantiyan.
2. Source of the image used in the background of the article title: Breaking chalk. Credits: Viktoria Goda, Pexels. URL: https://www.pexels.com/photo/blue-red-and-yellow-chalk-1107495/. License: CC0.

उमा सुधीर एकलव्य, मप्र के विज्ञान शिक्षा कार्यक्रम से जुड़ी हैं।

अनुवाद : राम कुमार सरोज **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

असहिष्णुता के स्वर

माधवैया कृष्णन

एक अच्छा पड़ोसी हूँ। इस भीड़भाड़ वाले शहर में, जो हर तरफ़ अन्य मनुष्यों के घरों से घिरा हुआ है, वहाँ मैं हर तरह से सुरक्षित हूँ। विशेष रूप से समय-समय पर मेरे चारों ओर होने वाले हंगामों पर मैं कोई ध्यान नहीं देता हूँ। मुझे लगता है कि ये यहाँ जीवन के आगे बढ़ने के संकेत हैं, ठीक वैसे ही जैसे ट्राम (trams) के आगे बढ़ने के कारण पटरियों पर झनझनाहट होती है और मैं इसके लिए बिल्कुल भी जिज्ञासु नहीं रहता। लेकिन शुक्रवार की सुबह मैं विविध और लगातार आते शोर से जाग गया और उत्सुकतावश पीछे जाकर दीवार के उस पार देखने लगा।

यह कोलाहल पूर्व की ओर मेरे पड़ोसी के परिसर में लगे एक कैसिया (Cassia) के पेड़ से आ रहा था। पेड़ के चारों तरफ़ और उसकी ऊपरी शाखाओं पर बड़ी संख्या में कौवे और लाल चोंच वाले तोते इकट्ठे हो गए थे। वे गोल-गोल चक्कर लगा रहे थे, बैठ रहे थे और फिर से चक्कर लगा रहे थे, बार-बार चिल्ला रहे थे और वे यह सब किसी ऐसे जीव के लिए कर रहे थे जो पेड़ के बीचों-बीच सिकुड़ा हुआ स्थिर बैठा हुआ था। वह पत्तों और फूलों से लगभग पूरी तरह से छिपा हुआ था - वह बड़ा लग रहा था, जो भी था, वह ज़ाहिर तौर पर यह जानता था कि पत्तियों के पीछे ही थोड़ी शान्ति थी। मैंने प्रदर्शनकारियों की एक त्वरित गणना की, क्योंकि जिस पर उनका ध्यान केन्द्रित था वह मेरे लिए अदृश्य था। कौवे (मुख्य रूप से भूरे गर्दन वाले) जो अन्दर और बाहर निरन्तर उड़ रहे थे, वे इतने अधिक थे कि गिनना मुश्किल था, लेकिन लगभग दो दर्जन तो होंगे ही और वहाँ 17 तोते थे। यह एक आश्चर्यजनक संख्या थी, क्योंकि इतने सारे तोते हमारे आस-पड़ोस में नहीं थे, न ही यहाँ रहते थे और मैंने नहीं सोचा था कि इस इलाक़े में इतने सारे होंगे।

मैं कुछ मिनटों तक यह प्रदर्शन देखता रहा, लेकिन जिसके कारण यह सब हो रहा था उसकी पहचान का कोई सबूत नहीं मिला। मैंने अनुमान लगाया कि यह एक बड़ा उल्लू है जो ग़लती से यहाँ आ गया है। फिर वह पक्षियों की नज़रों और उनके चीखने-



चित्र : इसके ख़िलाफ़ प्रदर्शन किया जा रहा था।
Credits: Bonnet monkey, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/bonnet-macaque-macaca-radiata-371618/. License: CC0.

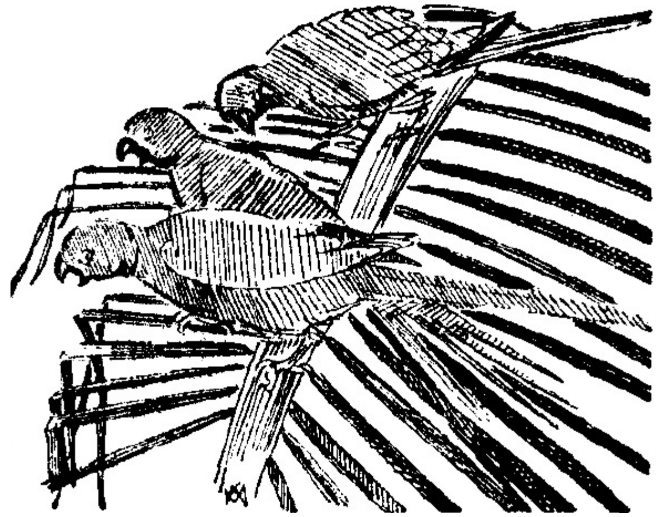
चिल्लाने को बर्दाश्त नहीं कर पाया और पत्तियों के पीछे से ज़मीन पर आ गया। दरअसल वह एक तीन-चौथाई विकसित युवा बोनट बन्दर (bonnet monkey) था, जिसकी आधी पूँछ ग़ायब थी, जो दौड़ते हुए पड़ोसी के परिसर को पार करके दीवार के ऊपर से होते हुए मेरे घर के पिछवाड़े के कोने में लगे एक लम्बे नारियल के पेड़ पर चढ़ गया। तुरन्त ही उन्मादी कौवे और तोते सामूहिक रूप से नारियल के पेड़ की ओर मुड़ गए। फिर अपने पूरे ज़ोर के साथ और भी अधिक उत्तेजित होकर उसके ख़िलाफ़ प्रदर्शन करने लगे।

यहाँ आस-पड़ोस में कोई बन्दर नहीं है। यह किसी बंजारों की टोली से भागा हुआ होगा। मेरे परिसर में लगे नारियल से लेकर विशाल बेल के पेड़ तक, वहाँ से नारियल के पेड़ों की क़तार

से होते हुए आम के पेड़ तक और अन्त में पश्चिमी पड़ोसियों की कंक्रीट की छतों तक, स्वयं को पत्तों में छिपाते हुए उस भगोड़े ने अपनी आधी-अधूरी आज़ादी ले ली, वह ज़मीन पर नहीं उतरा और पक्षी शोर मचाते हुए जहाँ-जहाँ वह जाता उसका पीछा करते रहे। जब वह उत्पीड़ित बन्दर हरे-भरे पेड़ों को छोड़कर घरों की छतों पर चढ़ गया और पश्चिम की ओर ग़ायब हो गया, जहाँ कोई पेड़ नहीं थे, तब जाकर उन पक्षियों ने उसे परेशान करना बन्द किया। सारा शोर एकदम से वैसे ही बन्द हो गया, जैसे लगभग आधे घण्टे पहले अचानक शुरू हुआ था।

प्रथम दृष्टया यह सब मामूली बात लग सकती है और शायद ही दर्ज करने लायक लगे, लेकिन मुझे लगता है कि यह घटना प्रकृतिवादियों के लिए ग़ैर-रुचिकर नहीं है। पहली बात तो कि यह पहली बार था जब मैंने तोतों को बन्दर या किसी अन्य प्राणी पर इस प्रकार प्रदर्शन करते देखा था। मुझे लगता है कि देवर (Dewar) ने लाल चोंच वाले तोते के अपने बसेरे पर घबराने की एक घटना का उल्लेख किया है, जब एक बाज़ उनमें से एक तोते को ले गया था; लेकिन यह मामला कुछ अलग था। हालाँकि वहाँ बहुत सारे कौवे थे लेकिन तोते की अलग-अलग आवाज़ों ने उनकी काँव-काँव को लगभग दबा दिया था और तोतों के मुक़ाबले में कौवे उस चिल्लम-चिल्ली में आधे-अधूरे मन से शोर करने वाले लग रहे थे। वे बस पड़ोसी बसेरे से बन्दर के पेड़ तक उड़े और फिर वापस आ गए। लेकिन प्रत्येक तोता बैठने से पहले, पंखों को ताने हुए पेड़ के चारों ओर चक्कर लगाता था, अपने हर लम्बे-चौड़े पूँछ-पंख को फैलाए हुए, दुखी मकाक (अफ़्रीकी लंगूरों) पर तीखी प्रतिक्रियाएँ देता था : वे अपने दुश्मन पर पत्तों के बीच से नज़र रखने के लिए क़तारों में बैठे थे, वे इतने उत्तेजित थे कि तने हुए उनके सिर उनकी पतली गर्दन पर असंगत रूप से बड़े लग रहे थे, वे चिल्ला रहे थे, उत्तेजना में अपने बैठने के स्थान से लगभग गिरे जा रहे थे।

मैं कल्पना नहीं कर सका कि ये पक्षी बन्दर से इतने परेशान क्यों थे। ग्रामीण इलाक़ों में जहाँ वनों में वे एक साथ रहते हैं, मैंने उन्हें कभी मकानों पर प्रदर्शन करते नहीं देखा। कोई भी बाहरी चीज़ किसी भी इलाक़े के पक्षियों को उत्तेजित कर देती है और निश्चित रूप से वह बन्दर उस परिवेश में बिल्कुल अजीब था, लेकिन यह तोतों के ग़ुस्से को स्पष्ट नहीं करता है। कौवे केवल एक सहायक शक्ति थे, जिन्हें तोतों द्वारा प्रदर्शन करने खींचा गया था। जैसा कि मैंने कहा, वे अपने विरोध में बहुत हल्के लग रहे थे।



मुख्य प्रदर्शनकारी।
Credits: M Krishnan. URL: https://www.mkrishnan.com/writings.html. License: Included here with permission from the rights owner–Asha Harikrishnan.

एक और उल्लेखनीय तथ्य कि वहाँ मौजूद बाक़ी अन्य प्राणी इसके प्रति पूरी तरह उदासीन थे। मैंने देखा कि मेरे परिसर की असंख्य गिलहरियाँ और उसी समय वहाँ मौजूद सफ़ेद सिर वाले बैबलर (babbler) के एक झुण्ड ने बन्दर और उसके उत्पीड़कों को पूरी तरह से नज़रअन्दाज़ किया। जबकि पाम गिलहरियाँ और सफ़ेद सिर वाले बैबलर तोतों की तुलना में दुश्मनों और घुसपैठियों के ख़िलाफ़ प्रदर्शन करने के लिए अधिक कुख्यात हैं, लेकिन उन्होंने इस शोर-शराबे के प्रति कोई दिलचस्पी नहीं दिखाई।

इससे भी अधिक उल्लेखनीय मानव आबादी की उदासीनता थी। बन्दर जब नारियल के एक पेड़ से दूसरे पेड़ के ऊपर छलाँग लगा रहा था, तब एक माली के बच्चे ने यूँ ही एक छोटा पत्थर उस पर फेंका। लेकिन यह एक विशुद्ध रूप से औपचारिक चेष्टा थी जो भगोड़े प्राणियों पर चीजें फेंकने के कुछ पुराने तरीक़े से प्रेरित था। इसे करने के बाद बच्चे ने बन्दर पर कोई ध्यान नहीं दिया। पेड़ और हवा में होने वाली हलचल का किसी और को अन्दाज़ा भी नहीं लग रहा था। मेरा एक पड़ोसी खिड़की पर बैठा दाढ़ी बना रहा था वह उठ खड़ा हुआ। मुझे उम्मीद थी कि वह अपनी छत पर जाएगा और देखेगा कि यह सब क्या था। लेकिन वह केवल अपना तौलिया लेकर वापस आ गया और टायलेट में तैयार होने चला गया।

टिप्पणियाँ :

1. यह लेख पहली बार रविवार, 21 अप्रैल, 1951 को कलकत्ता के 'द स्टेट्समैन' के पाक्षिक कॉलम *कंट्री नोटबुक* में प्रकाशित हुआ था। इसे आशा हरिकृष्णन, जिनके पास एम. कृष्णन के सभी कार्यों के कॉपीराइट हैं, की अनुमति से यहाँ पुनः प्रस्तुत किया गया है। एम. कृष्णन द्वारा लिखे गए अन्य लेखों के डिजिटाइज्ड संस्करण यहाँ देखे जा सकते हैं: https://www. mkrishnan.com/writings.html।
2. एम. कृष्णन के बारे में अधिक पढ़ने के लिए, इस अंक के पृष्ठ-4 पर वरुण शर्मा द्वारा 'प्रकृति का भावुक और सूक्ष्म क्रॉनिकलर' नामक उनकी जीवनी देखें।
3. क्या आप सोच रहे हैं कि देवर कौन है? डगलस देवर (1875-1957) एक ब्रिटिश सिविल सेवक और एक पक्षी विज्ञानी थे जिन्होंने भारतीय पक्षियों और वन्यजीवों पर बड़े पैमाने पर लिखा था। उनकी पुस्तकों में शामिल हैं : 'Jungle folk', 'Indian natural history sketches', 'Animals of no importance', 'Glimpses of Indian birds' और 'The Indian crow, his book'। आप इन्हें और कई अन्य को बायोडायवर्सिटी हेरिटेज लाइब्रेरी से प्राप्त कर सकते हैं : https://www.biodiversitylibrary.org/search?searchTerm=Douglas+Dewar&stype=F#/titles।
4. यदि आप भी हमारी तरह इस छोटे अंश में दिखाई देने वाले कई पात्रों से मोहित हैं, तो इस अंक के पृष्ठ-49 पर जाएँ।
5. लेख की पृष्ठभूमि में उपयोग किए जाने वाले चित्र का स्रोत : Jigsaw pieces. Credits : Wounds_and_Cracks, Pixabay. URL : https://pixabay.com/ photos/puzzle-piece-tile-jig-jigsaw-game-3306859/. License : CC0.



माधवैया कृष्णन जिन्हें मुख्यतः एम. कृष्णन के रूप में जाना जाता है, एक अग्रणी भारतीय वन्य जीवन फोटोग्राफ़र, प्रकृतिवादी और लेखक थे।

अनुवाद : जितेन्द्र 'जीत' **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



अंकुरण का खोजबीन आधारित अध्ययन

धन्या के.

वैज्ञानिक खोज की प्रक्रिया से विद्यार्थियों का परिचय कराने के लिए हम विज्ञान की प्रयोगशाला का उपयोग कैसे कर सकते हैं? हम उनको अपने स्वयं के प्रयोगों का निर्माण करने और उन्हें संचालित करने के लिए प्रोत्साहित कैसे कर सकते हैं? क्या खोज के माध्यम से विद्यार्थी अपने सहपाठियों के साथ सहयोग करते हुए उनसे सीख सकते हैं?

विज्ञान प्रयोगशाला का उद्देश्य क्या होता है? बच्चे प्रायः प्रयोगशाला को परखनलियों, लेंस, सफ़ेद कोट और शायद कंकालों से भी जोड़कर देखते हैं और कई शिक्षक प्रयोगशाला को ऐसे स्थान के रूप में देखते हैं जहाँ विद्यार्थियों के सामने प्रयोगों को तयशुदा चरणों में प्रस्तुत किया जाता है। लेकिन क्या होगा यदि प्रयोगशाला का उपयोग विद्यार्थियों को खोज करने और प्रयोग करने का परिचय देने के लिए किया जाए? क्या होगा यदि विद्यार्थियों को इसके लिए प्रेरित किया जाए कि वे स्वयं अपनी परिकल्पना विकसित करें, स्वयं प्रयोग बनाएँ, ऐसे प्रयोगों के परिणामों का अवलोकन करें, पूर्वानुमान करें और निष्कर्ष निकालें, अप्रत्याशित परिणामों से निपटना सीखें और अपने परिणामों को सहपाठियों के साथ साझा करें?

मैंने एक विज्ञान प्रयोगशाला का उपयोग कक्षा-9 के विद्यार्थियों में बीजों के अंकुरण की अवधारणा के इर्द-गिर्द खोज-आधारित अधिगम सुगम बनाने के लिए किया।

इस तरह के सीखने में विद्यार्थी कुछ चीज़ों में संलग्न होकर वैज्ञानिकों के समान काम करते हैं : *"समस्या पहचानने, प्रयोगों की समीक्षा करने और विकल्पों के बीच भेद करने, अन्वेषण का नियोजन करने, अटकलों पर अनुसन्धान करने, जानकारी की खोज करने, मॉडल्स निर्मित करने, सहपाठियों के साथ वाद-विवाद करने और सुसंगत तर्क विकसित करने की एक सोची-समझी प्रक्रिया।"* इसमें यह भी आवश्यक होता है कि शिक्षक कक्षा में एक आगमनात्मक, विद्यार्थी-केन्द्रित और सहभागितापूर्ण तरीक़ा अपनाए। लिहाज़ा, बीजों के अंकुरण से सम्बन्धित मॉडयूल की रचना इस प्रकार की गई कि विद्यार्थी छोटे-छोटे समूहों में बँटकर आपस में सहयोग करते हुए :

- बीजों के अंकुरण को प्रभावित करने वाले कारकों की छानबीन करने के लिए प्रयोगों का निर्माण और संचालन करें।

बॉक्स-1 : परिचय सत्र के लिए प्रश्न

मैं प्रायः परिचय कक्षा को ऐसे प्रश्नों से शुरू करती हूँ :

- अंकुरण का मतलब क्या होता है?
- बीज अंकुरित कैसे होते हैं?
- यदि मैं बीज को टेबल पर रख दूँ (मैं टेबल की ओर इशारा करती हूँ) तो क्या वह बढ़ेगा या अंकुरित होगा?
- बीज के अंकुरण के लिए क्या ज़रूरी होता है?
- क्या आप उन सब कारकों या परिस्थितियों की सूची बना सकते हैं जो अंकुरण के लिए आवश्यक होती हैं?

- प्रयोगों के परिणामों का अवलोकन करके उन्हें कक्षा के सामने सहपाठियों के सामने समीक्षा के लिए प्रस्तुत करें।

अंकुरण से परिचय

मैं परिचयात्मक कक्षा की शुरुआत अंकुरण से सम्बन्धित कुछ प्रश्नों से करती हूँ और विद्यार्थियों से कहती हूँ कि वे उन परिस्थितियों या कारकों की सूची बनाएँ जो अंकुरण के लिए आवश्यक होते हैं (**देखें बॉक्स-1**)।

इस अभ्यास के द्वारा विद्यार्थियों ने पूर्व की कक्षाओं में और वास्तविक जीवन में अंकुरण के बारे में जो सीखा और समझा है वह निकलकर आता है। उदाहरण के लिए, विद्यार्थी प्रायः पानी, धूप, मिट्टी, पोषक पदार्थ या खाद, तापमान और हवा या ऑक्सीजन का नाम लेते हैं।

इस अभ्यास से ग़लत धारणाओं की पहचान करने में भी मदद मिलती है। जैसे विद्यार्थी इस बात का आग्रह कर सकते हैं कि बीज धूप, मिट्टी या खाद के अभाव में अंकुरित हो ही नहीं सकते। मैं हरेक विशिष्ट कारक को बोर्ड पर सूचीबद्ध कर देती हूँ लेकिन इस बात का ध्यान रखती हूँ कि पके-पकाए उत्तर या उनके विचारों को दिशा न दी जाए। इसकी बजाय, मैं विद्यार्थियों को 'ग़लती' करने देती हूँ (**देखें बॉक्स-2**)। इसका मतलब है कि मैं विद्यार्थियों द्वारा सुझाए गए किसी भी कारक को छोड़ती नहीं हूँ और उन्हें इस बात के लिए प्रेरित करती हूँ कि वे आगामी चरणों में हर कारक की छानबीन करें। अलबत्ता, मैं उन्हें पाठ्यपुस्तक या इंटरनेट देखकर अपने उत्तर में परिवर्तन की अनुमति देती हूँ, बशर्ते कि वे परिवर्तन का तार्किक कारण दे सकें और पूरी कक्षा उससे सहमत हो। इस परिचय के लिए मैं क़रीब 30 मिनट का समय देती हूँ।

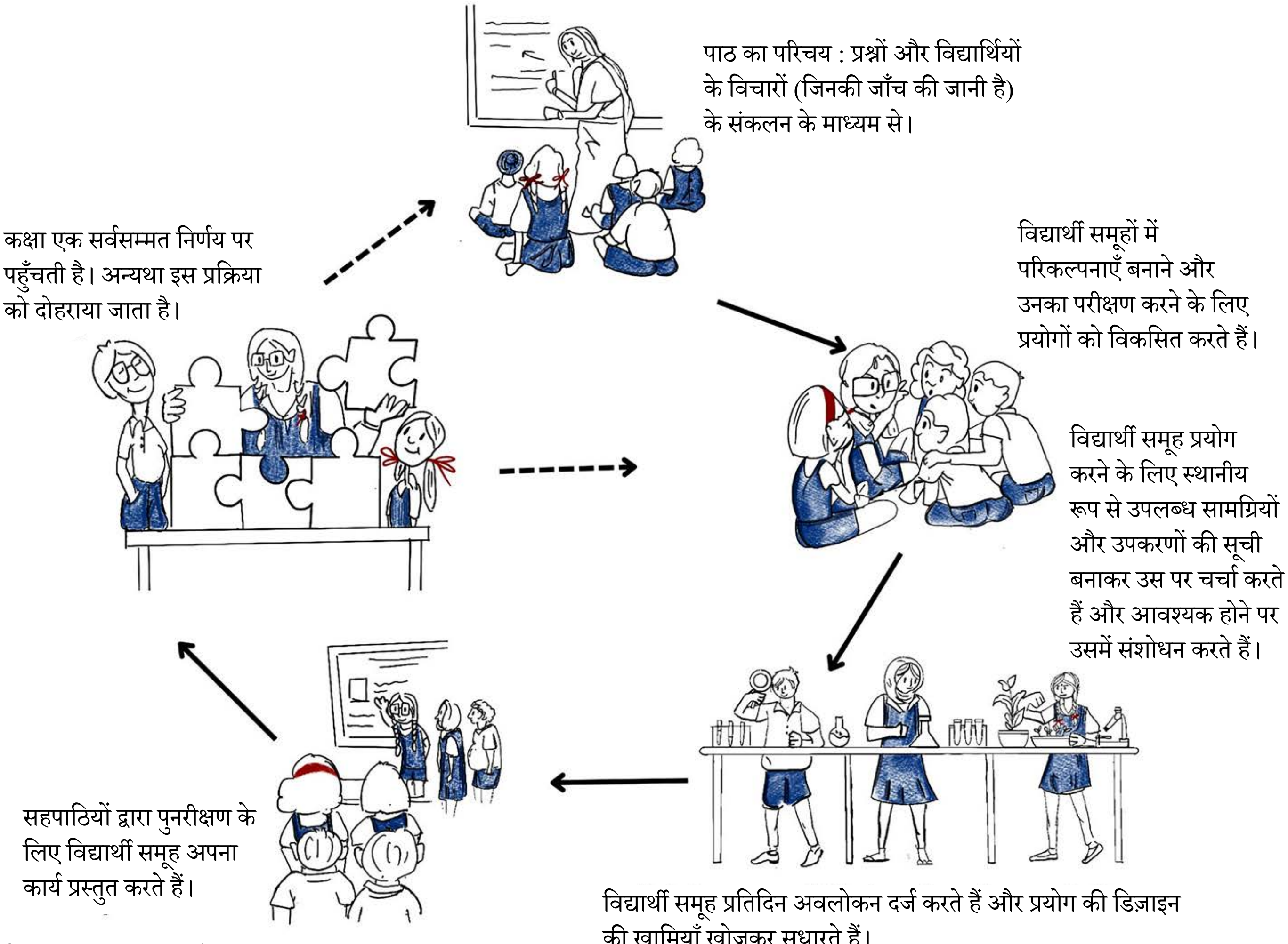
सहयोगी खोज की शुरुआत करना

अध्याय के इस भाग के लिए मैं कक्षा को छोटे-छोटे समूहों में बाँट देती हूँ (प्रायः 3-4 विद्यार्थियों के)। समूहों की कुल संख्या और हर समूह की संख्या, कक्षा की संख्या और बोर्ड पर लिखी अंकुरण के लिए आवश्यक परिस्थितियों की संख्या पर निर्भर होगी। मैं काग़ज़ की अलग-अलग पर्चियों पर उन सब परिस्थितियों को लिख देती हूँ जो अंकुरण के लिए सुझाई गई थीं और फिर इन सब पर्चियों को एक डिब्बे या कटोरे में रखकर मिला देती हूँ। जब सब विद्यार्थी समूहों में बैठ जाते हैं तब हर समूह का एक सदस्य एक पर्ची उठाता है। उसके समूह को प्रयोग के द्वारा यह छानबीन करनी होती है कि उस पर्ची पर लिखे कारक की अंकुरण में क्या भूमिका होती है। इससे यह सुनिश्चित हो जाता है कि बोर्ड पर लिखी हर परिस्थिति, जिसमें 'ग़लत' (या वे जिनके बारे में पता है कि उनका अंकुरण पर कोई प्रभाव नहीं होता) भी शामिल होती हैं, का परीक्षण कक्षा के कम-से-कम एक समूह द्वारा हो जाए।

हर समूह के अपने निर्धारित स्थान पर बैठ जाने के बाद मैं उनकी छानबीन के लिए एक कार्य शृंखला साझा करती हूँ (**देखें चित्र-1**)। मैं समूह के सदस्यों को विस्तार में बताती हूँ कि वे कैसे मिल-जुलकर, जिस कारक की अंकुरण में भूमिका का परीक्षण करना चाहते हैं, उसके लिए एक परिकल्पना बनाकर उसका परीक्षण करें। यह काम वे प्रयोग बनाकर और उसे करके करेंगे। मैं इस पर ज़ोर देती हूँ कि उन्हें ऐसे सरल प्रयोग बनाना है जिन्हें स्कूल की प्रयोगशाला में उपलब्ध रसायनों और उपकरणों से किया जा सके। हर समूह से अपेक्षा होती है कि वह मुझे अपनी योजना की संक्षिप्त रूपरेखा और अपना प्रयोग करने के लिए आवश्यक सामग्री की सूची दे।

बॉक्स-2 : ग़लतियों का महत्त्व

प्रायः हमें सिखाया जाता है कि इतनी सावधानी से काम करें कि कोई ग़लती नहीं हो और यदि ग़लती होती है तो उसे छुपाएँ। हमें इसके उलट धारणा बनाना चाहिए। हमें ग़लतियाँ करने और उनका जश्न मनाने की आदत को प्रोत्साहन देना चाहिए। क्यों? क्योंकि ग़लतियाँ सीखने की प्रक्रिया का एक महत्त्वपूर्ण भाग होती हैं और सीखने वाले के रूप में हमारी प्रगति को सम्भव बना सकती हैं। उदाहरण के लिए, ग़लती करने पर हमें यह अवसर मिलता है कि हम रुकें और विचार करें कि असफल प्रयास से जो ज्ञान और स्पष्टता प्राप्त हुई है उसकी सहायता से अगले प्रयास को बेहतर कैसे बना सकते हैं। इस प्रकार, हमें न केवल उसी ग़लती को नहीं दोहराने की सीख मिलती है, बल्कि हमें एक सीखने वाले के रूप में अपने अन्दर एक सूझ-बूझ भी प्राप्त होती है। इन कारणों से शिक्षकों के लिए यह महत्त्वपूर्ण हो जाता है कि वे ग़लतियों को स्वीकार करें (विद्यार्थियों की और स्वयं की भी), कक्षा में खुले रूप से स्वीकार करें और सक्रिय रूप से उन अधिगम सम्भावनाओं का पता लगाएँ जो नई प्रकार की ग़लतियों का मार्ग खोलती हैं।



चित्र-1 : पाठ की कार्य शृंखला

प्रयोगशाला में काम करने के इस तरीक़े की नवीनता के कारण विद्यार्थियों की ओर से कई प्रश्न आते हैं : "क्या हम समूह में तय किया गया कोई भी प्रयोग कर सकते हैं?'' "क्या हम पुस्तकें देख सकते हैं?'' "प्रयोग करने के लिए हमें कितना समय मिलेगा?''

शंका समाधान किए जाने के बाद हर समूह अपने द्वारा बनाई गई परिकल्पना और उसके परीक्षण के लिए आवश्यक प्रयोग पर चर्चा शुरू करता है। प्रयोगशाला एक हंगामेदार और शोर-शराबे से भरी हुई जगह में बदल जाती है, बीच-बीच में ज़ोरदार वाद-विवाद होने लगते हैं, विद्यार्थी विचार प्राप्त करने के लिए संसाधन और पाठ्यपुस्तकें तलाशते इधर-उधर भागते रहते हैं। अपनी सोच और विचारों पर बहस करते हुए विद्यार्थियों को सुनते हुए कक्षा में टहलना एक सुखद अनुभव होता है। कभी-कभी कक्षा बहुत हंगामेदार हो जाती है या विद्यार्थी ऐसे बिन्दु पर अटक जाते हैं जहाँ से वे आगे नहीं बढ़ पाते हैं। या किसी समूह के सदस्य ऐसे विषय पर आपस में बतियाने लगते हैं जो उनके प्रयोग से सम्बन्धित नहीं है। ऐसे बिरले अवसरों पर मैं विद्यार्थियों का मार्गदर्शन करने और एक समूह के रूप में अपने विचारों को व्यवस्थित करने के लिए एक वर्कशीट का उपयोग करती हूँ (**देखें गतिविधि शीट-1**)।

इस सत्र के अन्त तक हर समूह अपनी योजना बना लेता है और मेरे साथ साझा करता है। मैं उनकी योजनाओं में सुधार करने से बचती हूँ ताकि उनकी सीखने की क्रिया में बाधा नहीं पहुँचे। फिर भी मैं उनकी योजना के कुछ पहलुओं को चुनौती देती हूँ, जैसे किसी समूह द्वारा माँगे गए कोई रसायन या उपकरण। उदाहरण के लिए, मैं यह पूछ सकती हूँ, "आपको इस उपकरण की आवश्यकता क्यों है?" "आपको काँच के बीकरों की आवश्यकता क्यों है?" "आपको नल के पानी के स्थान पर आसुत जल क्यों चाहिए?" "आपको क्यों लगता है कि मिट्टी काली की बजाय लाल होना चाहिए?" "आपको क्यों लगता है कि मिट्टी चिकनी नहीं होनी चाहिए?" इस चर्चा के माध्यम से हम जीवशास्त्र की प्रयोगशाला में उपलब्धता के आधार पर सामग्री और उपकरणों के बारे में तय करते हैं। अधिकांश समय विद्यार्थियों को प्रयोग के लिए आवश्यक रसायनों या सामग्रियों के विकल्प खोजने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है। कभी-कभार ही उन्हें अपने प्रयोग को फिर से बनाना पड़ता है। कक्षा के अन्त

बॉक्स-3 : ग़लतियों से सीखना

मैंने ऐसे कई उदाहरण देखे जहाँ विद्यार्थी अपनी स्वयं की ग़लतियों से सीखते हैं। एक समूह जिसने अपना प्रयोग एक ही बीज से शुरू किया था; जब वह अकेला बीज अंकुरित ही नहीं हुआ तो समूह ने अपना नमूना बड़ा करना सीखा। दूसरा समूह अपने प्रयोग में कंट्रोल शामिल करना भूल गया था और सहपाठियों के साथ चर्चा के दौरान उसे यह समझ में आया कि इससे परिणामों की व्याख्या करने पर क्या प्रभाव पड़ा।

प्रायः जो समूह अंकुरण पर तापमान या हवा के प्रभाव का अध्ययन कर रहे होते थे, वे बीजों को पानी देने में चूक जाते थे। ऐसे समूहों ने नियमित रूप से पानी देने के महत्त्व को तब समझा जब उन्हें वे परिणाम नहीं मिले जिनकी वे अपेक्षा कर रहे थे। यहाँ तक कि जो विद्यार्थी पाठ्यपुस्तक में दी गई विधि के अनुसार कार्य करते थे, उन्हें भी अनसोचे परिणाम देखने को मिलते थे, जैसे बीजों पर फफूँद का उगना। इस अनुभव से उन्हें रुकने और अपनी पाठ्यपुस्तकों को फिर से अधिक ध्यानपूर्वक पढ़ने में मदद मिली। कुछ विद्यार्थी कुछ सामग्रियों के उपयोग का युक्तिसंगत उत्तर नहीं दे पाए जैसे रूई का उपयोग, जिसका उल्लेख पाठ्यपुस्तक में दी गई प्रयोग-विधि में किया गया था। जब इस सामग्री की आवश्यकता पर सवाल उठाए गए तब इन विद्यार्थियों ने परिकल्पना बनाई कि रूई अंकुरण के लिए आवश्यक हो सकती है। इसके परीक्षण के लिए उन्होंने एक प्रयोग बनाया जिसमें बिना रूई के पानी में रखे बीजों के अंकुरण की तुलना रूई के साथ पानी में रखे बीजों के अंकुरण के साथ की गई।

पहली बार करते समय मेरी एक ग़लती यह रही कि मैंने यह मान लिया था कि विद्यार्थी लगनपूर्वक अपने दैनिक अवलोकन दर्ज करेंगे, मैंने इस काम के लिए बीच की छुट्टी के दौरान का समय तय किया था लेकिन विद्यार्थी प्रायः भूल जाते थे। मैंने पाया कि उन्हें नियमित रूप से याद दिलाने से इस समस्या का हल निकलता था। अगली बार मैंने अवलोकन दर्ज करने का एक प्रारूप बनाकर उसे हर बेंच पर रखा (**देखें गतिविधि शीट-2)**। इस शीट से विद्यार्थियों को नियमित रूप से अवलोकन दर्ज करने में सहायता मिली और हर समूह की प्रगति की नियमित निगरानी करने में मुझे भी सहायता मिली।

तक हर समूह अपनी अन्तिम योजना और प्रयोग के लिए आवश्यक सामग्री की सूची प्रस्तुत करता है। मॉडयूल के इस चरण के लिए मैं 40-60 मिनट का समय देती हूँ।

प्रश्नों और विद्यार्थियों से विचारों (जिनकी जाँच की जानी है) के संकलन के माध्यम से परिचय विद्यार्थी समूहों में परिकल्पनाएँ बनाने और उनका परीक्षण करने के लिए प्रयोगों को विकसित करते हैं।

विद्यार्थी समूह प्रयोग करने के लिए स्थानीय रूप से उपलब्ध सामग्रियों और उपकरणों की सूची बनाकर उस पर चर्चा करते हैं और आवश्यक होने पर उसमें संशोधन करते हैं।

विद्यार्थी समूह प्रतिदिन अवलोकन दर्ज

बॉक्स-4 : प्रयोग के खोजबीन-आधारित तरीक़े से सीखना

चूँकि प्रयोग करने के इस तरीक़े से विद्यार्थियों को करने के स्वयं के अनुभव से सीखने का अवसर मिलता है, सीखना अधिक सक्रिय होता है और वे ग़लतियों के लेकर अधिक सहनशील हो जाते हैं। इन कारकों से व्यवहार में एक परिवर्तन होता हुआ दिखाई पड़ता है। मुझे विद्यार्थियों में अधिक उत्साह और सहभागिता दिखाई दी, उन विद्यार्थियों में भी जो अन्यथा सहभागी नहीं होते थे। उदाहरण के लिए, विद्यार्थी अपने प्रयोग की जमावट की निगरानी को लेकर जिज्ञासु और उत्साही थे। वे अपने सहपाठियों और शिक्षकों के साथ अपने प्रयोगों के बारे में सोच और विचारों पर चर्चा करने के लिए अधिक इच्छुक दिखे। वास्तव में, वे उनके प्रयोग की प्रगति के बारे में चर्चा करने के लिए या भूल सुधार के लिए मुझे स्कूल में ढूँढ़ते थे। उनमें अपनी ग़लतियों के बारे में चर्चा करने में कम हिचकिचाहट भी दिखी।

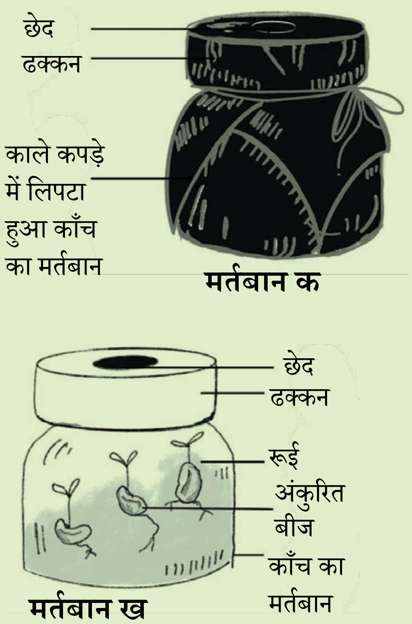
सहपाठियों के साथ काम करने का सीखने पर सकारात्मक प्रभाव पड़ता हुआ भी दिखाई दिया। उदाहरण के लिए, जो विद्यार्थी इनक्युबेटर या वॉटरबाथ जैसे उपकरणों का पहली बार उपयोग कर रहे थे वे अपने अनुभवों को अन्य विद्यार्थियों के साथ साझा करने को उत्सुक थे। इससे सहपाठियों द्वारा सीखने-सिखाने के कई अवसर आए। यह देखना भी रोचक था कि विद्यार्थी कैसे अपनी विशिष्ट आवश्यकताओं के लिए अन्य विभागों के शिक्षकों से बातचीत की पहल करते थे। ऐसा करते समय वे प्रायः अन्य प्रयोगशालाओं या विभागों को अपने प्रयोग के लिए आवश्यक सामग्री की खोज में उलटा-पुलटा करते थे। उदाहरण के लिए प्रकाश के साथ प्रयोग के लिए काला खोका भौतिकशास्त्र विभाग से लिया गया, ऑक्सीजन की भूमिका का अध्ययन करने के लिए रसायनशास्त्र विभाग से पायरागॅलॉल लिया गया और खेल विभाग से टाइमर्स लिए गए।

बॉक्स-5 : प्रस्तुतिकरण के स्वरूप में भिन्नता

कभी-कभी मैं विद्यार्थियों को बाज़ारनुमा गतिविधि के लिए आमंत्रित करती थी। इसमें हर समूह से यह अपेक्षा की जाती है कि वह एक दुकान लगाए और अपने प्रयोग और परिणामों का प्रदर्शन करे। एक सदस्य दुकान पर रहता है और 'दुकानदार' की तरह काम करता है अन्य सदस्य 'ग्राहकों' के समान कार्य करते हैं और 'बाज़ार' में जाकर अन्य दुकानों से जानकारी इकट्ठी करते हैं। हर दुकानदार से अपेक्षा की जाती है कि वह समूह के कार्य और परिणामों को प्रस्तुत करे। उनसे यह भी अपेक्षा की जाती है कि वे अन्य समूहों के ग्राहकों द्वारा पूछे गए प्रश्नों के उत्तर दें। ग्राहकों से यह अपेक्षा की जाती है कि वे अन्य समूहों के द्वारा किए गए प्रयोगों के सभी पहलुओं पर नोट्स बनाएँ। गतिविधि के अन्त में हर समूह के सदस्य अपनी-अपनी दुकान पर इकट्ठे हो जाएँ। जिन सदस्यों ने ग्राहकों के रूप में काम किया था वे बारी-बारी से समूह के अन्य सदस्यों के साथ अपने अनुभव साझा करते हैं। हर विद्यार्थी से अपेक्षा की जाती है कि वह अपनी कक्षा के द्वारा किए गए सभी प्रयोगों से अंकुरण के बारे में जो सीखा है उस पर एक व्यक्तिगत प्रतिवेदन प्रस्तुत करे।

बॉक्स-6 : मूल्यांकन प्रश्न का एक उदाहरण

एक जैसे दो मर्तबानों **क** और **ख** में अमन ने तीन-तीन बीज रखे। दोनों मर्तबानों में गीली रूई की समान मात्रा की पर्त बिछाई गई थी। **क** मर्तबान को काले कपड़े में लपेटा गया था जबकि **ख** मर्तबान को नहीं लपेटा गया था। दोनों मर्तबानों को बग़ीचे में रख दिया गया था (**देखें चित्र-2**)।



चित्र-2 : प्रयोग की जमावट।

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

(क) अमन इस प्रयोग से क्या खोजने का प्रयास कर रहा था?

(ख) कौन-से डिब्बे में बीज का अंकुरण होगा? अपने उत्तर का कारण दीजिए।

(ग) दोनों मर्तबान के ढक्कन में छेद का क्या कार्य है?

करते हैं और प्रयोग की डिज़ाइन की ख़ामियाँ खोजकर सुधार करते हैं।

सहपाठियों द्वारा पुनरीक्षण के लिए विद्यार्थी समूह अपना कार्य प्रस्तुत करते हैं।

कक्षा एक सर्वसम्मत निर्णय पर पहुँचती है। अन्यथा इस प्रक्रिया को दोहराया जाता है।

प्रयोग करना और अवलोकनों को दर्ज करना

मैं प्रयोगशाला व्यवस्थित करने के लिए 1-2 दिन का समय लेती हूँ। इसमें विद्यार्थियों द्वारा प्रस्तुत की गई सामग्री की अन्तिम सूची के अनुसार हर समूह के लिए कार्य करने के लिए बेंच जमाना शामिल है। इससे यह सुनिश्चित हो जाता है कि विद्यार्थियों के प्रयोग के लिए प्रयोगशाला पूरी तरह सुसज्जित है।

इससे पहले कि समूह अपना-अपना प्रयोग शुरू करें, मैं काम की कुछ अपेक्षाएँ और दिशा-निर्देश और कक्षा के वातावरण में व्यवहार के बारे में कुछ बताती हूँ। उदाहरण के लिए, काँच की सामग्री, रसायनों और उपकरणों का उपयोग करते समय बरती जाने वाली सावधानियों के बारे में चर्चा करती हूँ, फिर अवलोकनों को दर्ज करने में सुसंगतता और प्रयोगशाला में व्यवहार के बारे में बताती हूँ। अगले कुछ सत्रों में, जब विद्यार्थी प्रयोग कर रहे होते हैं, मैं और प्रयोगशाला सहायक उनके कार्य का निरीक्षण करते हैं। हम एक खुला, विद्यार्थी-केन्द्रित वातावरण सुनिश्चित करते हैं जहाँ हम निर्देश नहीं दे रहे होते हैं किन्तु अवलोकन करते हैं और जहाँ ज़रूरी होता है वहाँ मदद करते हैं, जैसे इनक्युबेटर या वॉटरबाथ के उपयोग को लेकर, जिनका इस्तेमाल विद्यार्थी पहली बार कर रहे होते हैं। इस प्रकार, प्रयोगशाला सीखने का एक रोचक स्थान बन जाता है जहाँ विद्यार्थी अपनी स्वयं की ग़लतियों से सीखते हैं (**देखें बॉक्स-3**)।

हर समूह को प्रेरित किया जाता है कि वे प्रतिदिन अवलोकनों को दर्ज करने की ज़िम्मेदारी आपस में बाँट लें। हालाँकि इस बात पर ज़ोर दिया जाता है कि अवलोकन

बॉक्स-7 : कुछ दिशा-निर्देश

यहाँ कुछ मोटे दिशा-निर्देश दिए जा रहे हैं जो उन शिक्षकों की मदद कर सकते हैं जो अपनी स्वयं की कक्षा या प्रयोगशाला में खोज-आधारित तरीक़े को अपनाने को उत्सुक हैं।

- परम्परागत शिक्षण पद्धतियों के विपरीत इस तरीक़े में अधिक समय लगता है। इसलिए खोज-आधारित पाठ के संचालन के लिए कम-से-कम 4-5 कक्षाओं का समय रखें।
- गतिविधि शुरू करने से पहले अपनी अपेक्षाएँ स्पष्ट कर दें - मिलकर काम करने के बारे में भी और आपस में समीक्षा और चर्चा के बारे में भी। बड़े समूहों में काम करने पर सहभागिता ग़ैर-बराबर हो सकती है और हो सकता है कि कुछ विद्यार्थी अधिक बढ़-चढ़कर काम करें इससे बचने के लिए मेरा सुझाव है कि समूह छोटे-छोटे बनाएँ और हर समूह में 5 से अधिक विद्यार्थी नहीं हों।
- विद्यार्थियों की प्रगति और समूहों में परस्पर क्रिया की नियमित निगरानी करते रहें।
- यद्यपि कुल मिलाकर सत्र की संरचना ढाँचाबद्ध है, फिर भी विद्यार्थियों के पूर्व ज्ञान का लाभ उठाते हुए विद्यार्थियों की जिज्ञासा को उकसाएँ और उनकी क्षमताओं के अनुसार उन्हें चुनौती दें।
- जब आप पहली बार इस तरीक़े को आज़माएँगे, तब ऐसा लगेगा कि कक्षा सामान्य से अधिक हंगामेदार हो गई है। आपको विद्यार्थियों के साथ जटिल और तार्किक बात कर पाना मुश्किल लग सकता है। आश्वस्त रहिए कि इस नई लय में रमने के लिए कक्षा और आपको समय और अभ्यास की आवश्यकता होती है।
- ऐसा वातावरण निर्मित करने में खुलापन रखिए जिसमें विद्यार्थियों को बिना परखे जाने और बिना असफलता के डर ग़लतियाँ करने के लिए प्रोत्साहन मिले। उन्हें विचार करने के लिए समय दीजिए।
- विद्यार्थियों के उत्तरों के प्रति 'सही' या 'ग़लत' शब्दों का उपयोग कम-से-कम कीजिए।
- इस तरीक़े का केन्द्र बिन्दु सीखने की एक प्रक्रिया है, न कि प्रयोगों के परिणाम। इसलिए विद्यार्थियों के कार्य का मूल्यांकन करने की विधि उसी प्रकार बदलनी होगी। इससे मूल्यांकन का दायरा योगात्मक प्रकार के कुछ प्रश्नों की बजाय रचनात्मक प्रश्नों के प्रसार तक होगा।

यथासम्भव नियमित रूप से किए जाएँ, लेकिन मैं यह सावधानी बरतती हूँ कि अवलोकन के लिए सूचनाएँ एवं निर्देश कम-से-कम दिए जाएँ। मैं ऐसे सुराग़ देने वाले प्रश्न पूछने से भी बचती हूँ जो उनका ध्यान प्रयोग के विशिष्ट पहलुओं की ओर आकर्षित कर दें। अवलोकनों को दर्ज करने के प्रति यह नियमित किन्तु ढीले-ढाले तरीक़े से विद्यार्थियों को उन स्वतःस्फूर्त अवलोकनों को दर्ज करने का मौक़ा मिलता है जो प्रयोग के दौरान उनके अनुभवों से उपजते हैं। उदाहरण के लिए, कुछ समूहों ने अवलोकन किया कि सभी बीज एक ही समय पर अंकुरित नहीं होते हैं। इसके फलस्वरूप उन्होंने नमूने का आकार बड़ा किया या उसी प्रयोग को अन्य बीजों के साथ दोहराया। इस तरीक़े से विचारों और प्रश्नों का अन्वेषण करने का अवसर मिलता है जो किए जा रहे प्रयोग से हटकर होते हैं। उदाहरण के लिए, मेरे एक विद्यार्थी ने सोचा कि क्या गुरुत्वाकर्षण की अंकुरण में कोई भूमिका होती है और इस सम्भावना का परीक्षण करने के लिए उसने एक भिन्न प्रयोग किया। कुल मिलाकर मुझे लगा कि प्रयोग करने की यह पद्धति विद्यार्थियों को सीखने में अधिक स्वतंत्रता देती है (**देखें बॉक्स-4**)। मैं विद्यार्थियों को लगभग 40-60 मिनट का समय प्रयोग को जमाने के लिए और प्रतिदिन 5-10 मिनट का समय अवलोकनों को दर्ज करने के लिए देती हूँ।

कक्षा में प्रस्तुतिकरण

मैं अन्तिम सत्र हर समूह को अपना काम पूरी कक्षा के समक्ष प्रस्तुत करने के लिए रखती हूँ। हर प्रस्तुतिकरण के लिए 15 मिनट से कम समय लगने की अपेक्षा होती है। प्रायः एक समूह के सदस्य बारी-बारी से अपने काम के विभिन्न पहलुओं को साझा करते हैं। उदाहरण के लिए, यदि कोई बोर्ड पर चित्र बनाता है तो दूसरा प्रयोग की जमावट को स्पष्ट करता है। उनको प्रायः प्रोत्साहित किया जाता है कि वे उन चुनौतियों को साझा करें जो काम के दौरान आई हों। शेष कक्षा से अपेक्षा होती है कि वे सक्रिय रूप से सुनें, विरोधाभासों की ओर ध्यान आकर्षित करें और सकारात्मक रूप से काम की समालोचना करें। मेरा अनुभव रहा है कि प्रस्तुतिकरण के दौरान प्रायः गरमा-गरम बहस और ठहाके भी होते हैं। प्रायः मैंने देखा कि विद्यार्थी अपने काम से प्राप्त सबूत का उपयोग किसी बिन्दु पर काफ़ी सफलतापूर्वक तर्क देने के लिए करते थे। ऐसा वे अपने स्वयं के समूह के दावे का बचाव करने के लिए करते थे या दूसरे समूह द्वारा प्रस्तुत विचार या निष्कर्ष का खण्डन करने के लिए करते थे (**देखें बॉक्स-5**)।

विद्यार्थियों के सीखने का मूल्यांकन

ऐसी प्रयोगशाला इकाइयों से विद्यार्थियों के अधिगम के मेरे मूल्यांकन के दो घटक होते हैं। एक घटक प्रयोगों से सम्बन्धित प्रश्नों पर आधारित उनके प्राप्तांक (**देखें बॉक्स-6**)। दूसरा घटक मेरे द्वारा किए गए हर विद्यार्थी के विवरणात्मक अवलोकनों का होता है जो उनके सामान्य व्यवहार, कक्षा में परस्पर क्रिया में उनके योगदान, उनके द्वारा रखे गए प्रयोगशाला अभिलेख और प्रस्तुतिकरण पर आधारित होता है। अगर सत्र के अन्त में इस प्रकार की विवरणात्मक रिपोर्ट लिखना चुनौती भरा हो तो एक सुगठित ढाँचे से मदद मिल सकती है।

चलते-चलते

सामान्यतः प्रयोगशाला कार्य का तरीक़ा यह होता है कि विद्यार्थियों को कहा जाता है कि वे किसी और के द्वारा निर्धारित प्रक्रिया सम्पन्न करें। इसके विपरीत, राष्ट्रीय शिक्षा नीति 2020 ज़ोर देती है कि 'शिक्षण प्रक्रिया शिक्षार्थी-केन्द्रित हो, जिज्ञासा, खोज, अनुभव और संवाद के आधार पर संचालित हो, लचीली हो और समग्रता और समन्वित रूप से देखने-समझने में सक्षम बनाने वाली और अवश्य ही रुचिपूर्ण हो।'

इस दिशा की ओर बढ़ने के लिए हमें अपनी कक्षाओं और प्रयोगशालाओं को ऐसे स्थानों में बदलना होगा जहाँ शिक्षक और विद्यार्थी मिलकर सीखते हैं और ग़लतियाँ करने को अधिगम का अभिन्न अंग माना जाता है। इस लेख में वर्णित खोज-आधारित प्रयोगशाला कार्य का उद्देश्य इस प्रकार के स्थान का निर्माण है (**देखें बॉक्स-7**)।

मैंने अंकुरण के सन्दर्भ में इस खोज-आधारित तरीक़े का उपयोग कक्षा-9 के विद्यार्थियों के पाँच वर्गों के साथ लगातार किया है। मैंने देखा कि इससे विद्याथियों को भ्रमित होने, ग़लतियाँ करने और अपने सहपाठियों के साथ बिना डरे प्रश्नों पर चर्चा करने में सहज होने में मदद मिलती है। यह विद्यार्थियों में जिज्ञासा और सक्रिय भागीदारी को बढ़ावा देने के अलावा वैज्ञानिक खोज के कौशल विकसित करने का अवसर प्रदान करती है। विद्यार्थी अपने आपको अधिगम के साथ किस प्रकार जोड़ते हैं, यह देखकर शिक्षकों को अपनी स्वयं की प्रयोगशला में इस तरीक़े को अपनाने में आने वाली चुनौतियों का सामना करने की प्रेरणा मिल सकती है।

मुख्य बिन्दु



- खोज-आधारित तरीक़े से प्रयोग करवाने से विद्यार्थियों में जिज्ञासा को बढ़ावा तो मिलता ही है, उन्हें विज्ञान के कामकाज के महत्त्वपूर्ण कौशलों का विकास करने में भी मदद मिलती है।
- ऐसा उचित स्थान मिलने पर, जो ग़लतियाँ करने और ग़लतियों से सीखने का उनका डर हटाता है, विद्यार्थी अपनी सीखने की प्रक्रिया में अधिक सक्रिय सहभागी बन जाते हैं।
- ऐसे सहयोगी वातावरण को बढ़ावा देने से जहाँ विद्यार्थी अपने सहपाठियों के साथ रचनात्मकता और स्वतंत्रता के साथ काम कर सकते हैं, उन्हें सक्षम बनाता है।
- इस तरीक़े से शिक्षकों और विद्यार्थियों को सीखने के परिणाम की बजाय प्रक्रिया पर ध्यान केन्द्रित करने का अवसर मिलता है।

Acknowledgments: I thank my students and my former colleagues for their enthusiasm and consistent support. I would also like to acknowledge Shreya Kedia's contribution to the illustrations accompanying this article. Lastly, I thank the editors and reviewers for their detailed feedback and suggestions to improve an earlier draft of this article.

Notes:

1. To know more about inquiry-based learning: Swan M, Pead D, Doorman M & Mooldijk A (2013). 'Designing and using professional development resources for inquiry-based learning'. ZDM, 45(7), 945–957. https://doi.org/10.1007/s11858-013-0520-8.
2. Additional reading for practitioners: Raghavan N (2019). 'The Reflective Learner: Seeing "Missed Takes" in Mistakes'. Notion Press Media Pvt Ltd.
3. Source of the image used in the background of the article title: An inquiry-based approach. Credits: Shreya Kedia. License: CC-BY-NC.

References:

1. PRIMAS. 'The PRIMAS project: Promoting inquiry-based learning (IBL) in mathematics and science education across Europe.' (2011, March 31). Retrieved on December 22, 2022, from https://primas-project.eu/wp-content/uploads/sites/323/2017/10/PRIMAS_Guide-for-Professional-Development-Providers-IBL_110510.pdf.
2. Dennett DC (2014b). 'Intuition Pumps and Other Tools for Thinking.' WW Norton & Company.
3. Ginnis P (2001). 'The Teacher's Toolkit: Raise Classroom Achievement with Strategies for Every Learner.' Crown House Publishing.



धन्या के. ने तंत्रिका आनुवंशिकी में पीएचडी प्राप्त की है और हाई स्कूल जीवविज्ञान शिक्षक के रूप में कार्य किया है। उनकी रुचि जीवविज्ञान को सहज और मज़ेदार बनाने और विद्यार्थियों को सक्रिय अध्येता बनने के लिए समर्थन देने में है। उनसे dhanyak2@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

गतिविधि शीट-1 : बीजों के अंकुरण के लिए आवश्यक कारक या परिस्थितियाँ

दिनांक :

समूह के सदस्यों के नाम :

(क) आपके समूह की परिकल्पना :

सुराग़ : कोई कारक या परिस्थिति जो आपकी राय में बीज के अंकुरण के लिए आवश्यक है।

(ख) आपकी परिकल्पना के समर्थन में तर्क

सुराग़ : आप क्यों सोचते हैं कि आपने जिस कारक या परिस्थिति को सूचीबद्ध किया है वह बीज के अंकुरण के लिए आवश्यक है? कारण दीजिए।

(ग) आपकी परिकल्पना के परीक्षण के लिए विधि :

सुराग़ : आपने जिस कारक या परिस्थिति को बीज के अंकुरण के लिए सूचीबद्ध किया है उसके परीक्षण के लिए आप क्या प्रयोग बनाएँगे?

(घ) परीक्षण के लिए आवश्यक सामग्री और उपकरण :

सुराग़ : उन सभी सामग्रियों और उपकरणों की सूची बनाइए जो आपके द्वारा बनाए गए प्रयोग के लिए आवश्यक हों। हर प्रकार की सामग्री की सटीक संख्या का विवरण भी दीजिए। अपनी सूची को सावधानीपूर्वक जाँचिए, याद रखिए आपको बाद में सूची में परिवर्तन करने की अनुमति नहीं होगी जब तक कि आप परिवर्तन के लिए युक्तिसंगत कारण नहीं बता सकेंगे।

(च) अपेक्षित परिणाम :

सुराग़ : यदि आपकी परिकल्पना सही है तो आप अपने प्रयोग से किस परिणाम की अपेक्षा करते हैं?

सवाल

गतिविधि शुरू करने से पहले

प्रश्न 1 : आप बीजों के अंकुरण के बारे में क्या जानते हैं?

प्रश्न 2 : आप बीजों के अंकुरण के बारे में क्या जानना चाहते हैं?

गतिविधि करने के बाद

प्रश्न 3 : आपने बीजों के अंकुरण के बारे में क्या सीखा?

प्रयोगशाला रिपोर्ट लिखने के लिए दिशा-निर्देश :

परिचय : *यहाँ जानकारी दें कि आप अपनी विशिष्ट परिकल्पना का परीक्षण क्यों कर रहे हैं। इसका अन्त अपनी परिकल्पना और अपेक्षाओं का स्पष्ट विवरण देते हुए करें।*

विधियाँ : *इसका विस्तृत विवरण दें कि आपने प्रयोग कैसे किया, प्रयोग असफल होने की स्थिति में भी। यह विवरण इतना विस्तृत होना चाहिए कि कोई अन्य इसे पढ़ सके और प्रयोग को दोहरा सके।*

परिणाम और डाटा विश्लेषण : *यहाँ स्पष्ट रूप से बताएँ कि आपके परिणाम क्या थे (उन प्रयोगों के भी जो असफल रहे) और आपने डाटा को समझने के लिए क्या किया। यह भी बताएँ कि आपने प्रत्येक ग्राफ़ या तालिका कैसे और क्यों बनाई।*

निष्कर्ष : *परिणामों की अपनी व्याख्या (असफल प्रयोगों की भी) करें और अपने शोध के मुख्य निष्कर्ष बताएँ। यदि कोई स्पष्ट निष्कर्ष नहीं निकाले जा सके हैं, तो उल्लेख करें कि आपने अपने प्रयोग के डिज़ाइन में कैसे सुधार किया है। इस हिस्से में उन प्रयोगों का उल्लेख भी किया जा सकता है जो इस प्रयोग के माध्यम से प्राप्त ज्ञान और परिणामों के आधार पर भविष्य में किए जा सकते हैं।*

रचनाकार :

धन्या के. हाई स्कूल जीवविज्ञान शिक्षक हैं। उनसे dhanyak2@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

i wonder... Rediscovering school science

Azim Premji University

विज्ञान शिक्षक काम पर
गतिविधि शीट-2 : अवलोकन शीट

उद्देश्य :

बीजों के अंकुरण में .... की भूमिका का परीक्षण करना।

समूह के सदस्य :

कार्य

समूह के सदस्य का नाम	कार्य	अवलोकन	दिनांक	समय	यहाँ हस्ताक्षर करें (दिया गया कार्य पूरा होने पर)

रचनाकार :
धन्या के. हाई स्कूल जीवविज्ञान शिक्षक हैं। उनसे dhanyak2@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

i wonder... Rediscovering school science

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

Azim Premji University



तत्व वर्ग पहेली

चित्रा रवि

पाठ्यपुस्तकें हमें बताती हैं कि रासायनिक तत्व पदार्थ का एक रूप है जिसमें भौतिक और रासायनिक गुणों का एक अनूठा संयोजन होता है, जिसे सामान्य रासायनिक प्रक्रियाओं द्वारा और सरल पदार्थों में विघटित नहीं किया जा सकता है। वर्तमान में, हम 118 रासायनिक तत्वों के बारे में जानते हैं (इंटरनेशनल यूनियन ऑफ़ प्योर एंड एप्लाइड केमिस्ट्री द्वारा मान्य)। इन्हें आधुनिक आवर्त सारणी में बढ़ते परमाणु क्रमांक के क्रम में व्यवस्थित किया गया है। इनमें से 90 पृथ्वी पर प्राकृतिक रूप से पाए गए हैं, हालाँकि इनमें से कुछ तत्व अत्यन्त कम मात्रा में पाए जाते हैं। इनमें से दो तत्व परमाणु संयंत्रों में अभिक्रियाओं के अत्यन्त अस्थिर उपोत्पाद हैं। शेष तत्वों को भौतिकविदों द्वारा उच्च ऊर्जा त्वरक (accelerators) में विभिन्न तत्वों के परमाणुओं को बहुत तेज़ गति से टकराकर कृत्रिम रूप से संश्लेषित किया गया है।

यहाँ इनमें से 19 तत्वों की एक वर्ग पहेली है। आप इनमें से कितने तत्वों को उनके संकेत द्वारा पहचान सकते हैं? **इसमें आपको तत्वों के अँग्रेज़ी नाम भरने हैं।**

संकेत : ऊपर से नीचे

1. यह मैरी और पियरे क्यूरी द्वारा खोजा गया पहला तत्व है। इसका नाम मैरी क्यूरी की मातृभूमि के नाम पर रखा गया है। उनकी बेटी इरेने जूलियट क्यूरी की मृत्यु में इस तत्व का हाथ हो सकता है। ऐसा सन्देह है कि इसका उपयोग 2004 में फिलिस्तीनी नेता यासर अराफ़ात की हत्या में किया गया था। 2006 में, इस तत्व के समस्थानिक की थोड़ी मात्रा चाय में मिलाकर इसे ज़हर के तौर पर एक भूतपूर्व रूसी जासूस अलेक्जेंडर लिट्विनेंको (जिन्होंने लन्दन में शरण ली थी) को दी गई थी। 23 दिन बाद लिट्विनेंको की मृत्यु हो गई।

2. इस रंगहीन, गन्धहीन और स्वादहीन गैस की खोज संयोग से स्कॉटिश रसायनशास्त्री विलियम रैमसे और अँग्रेज़ रसायनशास्त्री मॉरिस ट्रैवर्स ने की थी। इन दोनों ने हीलियम, आर्गन, क्सीनन और नियॉन की भी खोज की थी। इन्होंने इसका नाम यूनानी शब्द 'हिडन' (Hidden, छुपा हुआ) के आधार पर रखा। इस तत्व का नाम और लेखक जेरी सीगल और कलाकार जो शस्टर द्वारा बनाई गई कॉमिक बुक शृंखला का काल्पनिक सुपरहीरो जिस ग्रह से पृथ्वी पर आया था उसका नाम और इसका नाम एक ही है।

4. इस चाँदी जैसी चमकदार सफ़ेद उपधातु का नाम 'पृथ्वी' के लिए उपयोग होने वाले लैटिन शब्द से आया है। यह सबसे पहले ड्रैकुला की जन्मभूमि में मिला था। अगर कोई व्यक्ति इसके उच्च स्तर के सम्पर्क में आया है तो वह इसकी महक से यह बता सकता है कि इसकी गन्ध लहसुन की तीखी गन्ध जैसी है।

6. फ्रांसीसी रसायनशास्त्री पॉल एमिल लेकोक डी बोइसबौड्रन अपने द्वारा विकसित की गई प्रक्रिया से 30 से अधिक प्रयासों के बाद इस नरम धातु तत्व को इसके ऑक्साइड से अलग करने में सफल हुए। यह प्रक्रिया इसी उद्देश्य से विकसित की गई थी। उन्होंने इसका नाम एक प्राचीन यूनानी शब्द के नाम पर रखा जिसका अर्थ है 'जिसे प्राप्त करना कठिन है'। क्योंकि यह अत्यधिक चुम्बकीय है, यह दुर्लभ तत्व अब इलेक्ट्रिक मोटरों, विशेष रूप से पवन टरबाइन और इलेक्ट्रिक वाहनों में, उपयोग के लिए माँग में है।

10. इस तत्व की खोज सबसे पहले 1939 में भौतिकशास्त्री मारगुएराइट पेरी ने की थी, जिन्हें मैरी क्यूरी का मार्गदर्शन और समर्थन प्राप्त हुआ था। पेरी की जन्मभूमि के नाम पर इसका नाम है। इसकी हाफ लाइफ (half-life) अविश्वसनीय रूप से बहुत कम, 22 मिनट की है। वैज्ञानिकों का अनुमान है कि यह तत्व दिखने में चमकीला, भूरा हो सकता है। लेकिन वास्तव में कोई नहीं जानता कि यह कैसा दिखता है क्योंकि यह इतना दुर्लभ है कि इसे कभी भी नग्न आँखों से नहीं देखा गया है।

11. सर्वप्रथम इस तत्व के ऑक्साइड को एक रत्न से निकाला गया था। इसको अपना नाम फ़ारसी में 'सुनहरा रंग' के

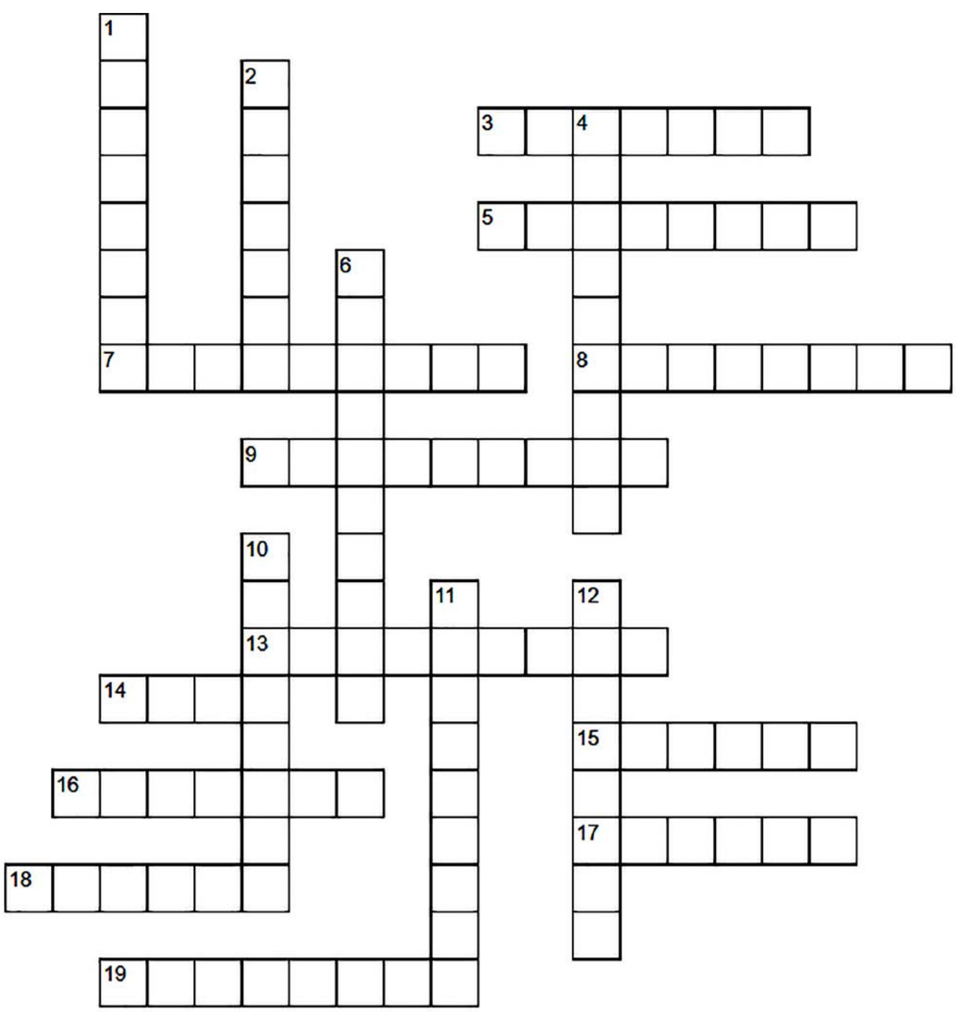
लिए इस्तेमाल किए जाने वाले शब्द से मिला है। इसके डाइऑक्साइड का उपयोग अक्सर हीरे के विकल्प के रूप में किया जाता है। इसकी मज़बूती, बहुत कम विषाक्तता और इसका अत्यन्त कम क्षरण होने के कारण इसका उपयोग प्रोस्थेटिक्स में भी किया जाता है।

12. इस चाँदी जैसी सफ़ेद धातु का नाम एक महाद्वीप के नाम पर रखा गया है। इस धातु की थोड़ी मात्रा अब इसी महाद्वीप के लगभग 20 देशों की आधिकारिक मुद्रा के बैंक नोटों में जालसाजी विरोधी उपाय के रूप में उपयोग की जाती है। इसके द्वारा बनने वाला पक्का लाल रंग न हो तो टेलीविज़न स्क्रीन पर रंगों का सन्तुलन बनाए रखने के लिए अन्य सभी रंगों (सफ़ेद, नीला और पीला) को मन्द और फीके रंगों में म्यूट/शान्त करना होगा।

संकेत : बाएँ से दाएँ

3. यह सबसे हल्की ज्ञात धातु है। आपका मूड भी हल्का कर सकती है। इसके लवण का उपयोग उन्माद और अवसाद के इलाज के लिए किया जाता है। ये द्विध्रुवी विकार (बाइपोलर डिसऑर्डर) से जुड़े मूड स्विंग को स्थिर करने के लिए जाने जाते हैं। शोध से पता चलता है कि जब यह उपचार टेपवर्म/फीताकृमि परजीवी से पीड़ित स्टिकबैक को दिया जाता है, तो यह मछली के स्वाभाविक शर्मीलेपन को बहाल करने में मदद करता है। अन्य रोगग्रस्त मछलियों के विपरीत, जिन मछलियों को यह उपचार दिया जाता है वे अकेले और पानी की सतह पर कम समय बिताती हैं। इससे इन्हें पक्षियों द्वारा खाए जाने का ख़तरा कम हो जाता है। यह कीड़ों को भी शान्त रखता है, लेकिन यह इस तरह से कार्य करता है कि कीड़ों में हानिकारक बैक्टीरिया से बचने की उनकी क्षमता को बाधित करता है।

5. यह हरी-पीली गैस खाने की टेबल पर रखे जाने मसालों के घटकों में से एक है। इसे पहली बार 1774 में स्वीडिश फार्मासिस्ट कार्ल विल्हेम शीले द्वारा अलग किया गया था, उनको लगा कि शायद यह एक नए तत्व का ऑक्साइड था। 1810 में, ब्रिटिश रसायनशास्त्री सर हम्फ्री डेवी द्वारा इसकी पहचान एक शुद्ध तत्व के रूप में की गई थी। उन्होंने इसका नाम 'हल्के हरे' के लिए प्रयुक्त किए जाने वाले एक प्राचीन यूनानी शब्द के नाम पर रखा था।



7. यह क्लोरोफिल का हिस्सा है। यह तत्व हमारे शरीर में 300 से अधिक जैव रासायनिक अभिक्रियाओं के लिए भी आवश्यक है। इस तत्व के अच्छे प्राकृतिक स्रोतों में फल, सब्ज़ियाँ, मेवे, फलियाँ और साबुत अनाज शामिल हैं। कभी-कभी पूर्व मासिक धर्म/ प्रीमेंस्ट्रुअल सिंड्रोम और उच्च रक्तचाप जैसी चिकित्सीय स्थितियों के लिए इस तत्व की ख़ुराक की सिफ़ारिश की जाती है। यह तनाव, सिर-दर्द और माइग्रेन को कम करने में भी मदद कर सकता है।

8. क्योंकि यह अत्यन्त नरम, चाँदी जैसी सफ़ेद धातु पानी के साथ तीव्र प्रतिक्रिया करती है, इसलिए इसे खनिज तेल में रखना पड़ता है। इसका नाम एक ऐसे लैटिन शब्द से आया है जिसका अर्थ है 'गहरा लाल'। आतिशबाज़ी में जामुनी-लाल रंग देने में इसका उपयोग किया जा सकता है।

9. यह भंगुर, स्टील-ग्रे धातु क्रोमियम तत्व की थोड़ी मात्रा के साथ मिलकर सुन्दर हरे रंग का रत्न 'पन्ना' बनाती

है। ऐसा माना जाता है कि इसने आईजैक एसिमोव की विज्ञान कथा 'सकर बैट' में 'जूनियर' ग्रह पर रहने वाले सभी उपनिवेशवादियों को खाँसी, कँपकँपी (बुखार से), पसीना (रात को पसीना) और थकावट (थकान) से ग्रसित करके तिल-तिल मरने की ओर धकेल दिया।

13. दशकों तक, इस चाँदी जैसी सफ़ेद धातु की क़ीमत सोने से भी अधिक थी। यह हल्का और क्षरण प्रतिरोधी है। इसे मोड़ना, ढालना और पुनः चक्रित करना आसान है। ऑक्सीजन के कारण इस धातु की इलेक्ट्रॉनों को खोने की उसी तरह की अभिक्रिया होती है जिसके कारण लोहा ज़ंग में बदल जाता है। हालाँकि आयरन ऑक्साइड के विपरीत, इस धातु का ऑक्साइड एक पतली कठोर फ़िल्म बनाता है जो मूल धातु से चिपक जाता है और इसे और अधिक क्षय से बचाता है।

14. इस रंगहीन, गन्धहीन और काफ़ी हद तक अक्रिय गैस का नाम उस यूनानी शब्द से मिला है जिसका अर्थ है 'नया'। जब इसे एक साफ़ पारदर्शी काँच की नली में भरा जाता है और एक इलेक्ट्रोड से लगाया जाता है, तो यह एक लाल-नारंगी रंग से प्रकाशित होता है। इसे पहली बार फ्रांसीसी इंजीनियर जॉर्जेस क्लाउड द्वारा दिसम्बर 1910 में पेरिस मोटर शो में प्रदर्शित किया गया था। 1912 में, इसका उपयोग पेरिस में एक नाई की दुकान के बाहर एक विज्ञापन साइनबोर्ड में किया गया था। तब से, इसका उपयोग दुनिया भर में साइनबोर्डों में किया जाता रहा है।

15. यह नीली-सफ़ेद धातु दुनिया के सबसे घने तत्वों में से एक है। इसका नाम यूनानी शब्द से आया है जिसका अर्थ है 'गन्ध'। इसके ऑक्साइड की कमरे के तापमान पर बहुत तेज़, तीखी और अप्रिय गन्ध होती है।

16. जादूगर एक लोकप्रिय जादू 'पिघलती चम्मच' के लिए इस नरम, चाँदी जैसी धातु से बने चम्मच का इस्तेमाल करते हैं। कमरे के तापमान पर ये चम्मचें ठोस और 'सामान्य' दिखती हैं। लेकिन यदि आपको उनमें से एक को गर्म चाय के कप में डुबाएँगे, तो यह तुरन्त पिघल जाती। यदि आप उनमें से किसी एक को अपने हाथ की हथेली में कुछ मिनटों के लिए पकड़कर गर्म करते हैं, तो वह पिघल जाती है। यदि आप पिघलते हुए चम्मच को नीचे रख देते हैं, तो यह फिर से जम जाती है।

17. इस चमकदार, मुलायम, चाँदी जैसी धातु की खोज सबसे पहले जर्मन रसायनशास्त्री फर्डिनेंड रीच ने की थी। चूँकि रीच कलर ब्लाइंड थे, इसलिए उन्होंने जर्मन रसायनशास्त्री हिरोनिमस टी रिक्टर से तत्वों के स्पेक्ट्रम का निरीक्षण करने के लिए कहा। रिक्टर ने पाया कि इसका स्पेक्ट्रम चमकीला बैंगनी होता है, जो किसी भी ज्ञात तत्व के स्पेक्ट्रम से मेल नहीं खाता। दोनों वैज्ञानिकों ने मिलकर इस तत्व को पृथक किया और इसकी खोज की घोषणा की। उन्होंने इसका नाम एक लैटिन शब्द पर रखा जिसका अर्थ होता है 'बैंगनी'। हालाँकि उनके साथ काम करने पर फ़र्क़ तब पड़ा जब रीच को पता चला कि रिक्टर ने इस खोज का श्रेय ले लिया है।

18. आप इस कम घनत्व वाली गैस का उपयोग पार्टी ट्रिक के लिए कर सकते हैं। यदि इस गैस से भरे गुब्बारे से मुँह से थोड़ी हवा अपने अन्दर खींचें; आपकी आवाज़ कर्कश हो जाएगी। असल में, ग़लती से आपको वॉल्ट डिज़्नी का पात्र डोनाल्ड डक समझा जा सकता है! लेकिन इसके मज़े थोड़ी ही मात्रा में लें - यह गैस आपके फेफड़ों में ऑक्सीजन की जगह ले लेती है। यदि आपने इसे साँस में बहुत अधिक भर लिया तो आपकी मृत्यु हो सकती है।

19. इस नरम चाँदी जैसी धातु के अस्तित्व और गुणों की भविष्यवाणी रूसी रसायनज्ञ दिमित्री मेंडेलीव ने इसकी खोज से एक दशक पहले कर थी। मेंडेलीव ने इसे 'अकाबोरोन' कहा था। अब इसका नाम उत्तरी यूरोप के एक क्षेत्र के नाम पर रखा गया है जिसमें डेनमार्क, स्वीडन और नॉर्वे आते हैं। जब यह थोड़ी मात्रा में एल्युमीनियम में मिलाई जाती है, तो यह एक मिश्र धातु बनाती है जो मज़बूत होने के साथ-साथ हल्की और अधिक लचीली होती है। इस मिश्र धातु का उपयोग सैन्य और नागरिक विमानों में किए जाने के साथ-साथ खेल उपकरणों में भी किया जाता है। दिलचस्प बात यह है कि अमरीका यह घोषणा नहीं करता कि वह इस तत्व का कितना उत्पादन करता है। यह एक उजागर न होने वाला 'व्यापार रहस्य' बना हुआ है।

अगर आप अपने उत्तर की जाँच करना चाहते हैं? पन्ने पलटकर पृष्ठ क्रमांक 79 पर पहुँचिए।

Notes:

1. Source of the image used in the background of the article title: Jigsaw pieces. Credits: Wounds_and_Cracks, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/puzzle-piece-tile-jig-jigsaw-game-3306859/. License: CC0.
2. The image for the crossword was generated using the free crossword puzzle maker: WhenWe Crosswords. This site can be accessed at the URL: http://www.whenwecrosswords.com/.

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : राम कुमार सरोज **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



चपटी धरती

आनन्द नारायणन

हम भला कैसे जानते हैं कि हमारी पृथ्वी चपटी नहीं है? हमारे पास किस प्रकार के प्रमाण हैं? क्या बच्चे अपने अवलोकनों या सरल, सस्ते प्रयोगों के द्वारा इसे 'जान' सकते हैं?

एक लम्बे समय तक, कुछ सभ्यताओं में यह धारणा प्रचलित थी कि पृथ्वी एक सपाट डिस्क या तश्तरी है (**बॉक्स-1** देखें)। ज़मीन की सीध में अपनी नंगी आँखों से सबसे दूर जहाँ देख सकते थे (क्षितिज) वह पृथ्वी की सीमा थी (**चित्र-1**)।

पर अब हम इस धारणा को नहीं मानते (**बॉक्स-2 देखें**)। हममें से अधिकांश के लिए, पृथ्वी गोलाकार है। यह साधारण-सा तथ्य है जो हमने बचपन से सीखा है (**बॉक्स-3 देखें**)। हमने अन्तरिक्ष के विभिन्न स्थानों से ली गईं अनेक तस्वीरें भी देखी हैं जो इस तथ्य को निर्णायक रूप से स्थापित करती हैं (**चित्र-2**)। लेकिन, एक पल के लिए उस गोले को भूल जाएँ जिसे हमने इन तस्वीरों में देखा है। तो, कौन-से प्रयोग या अवलोकन यह निष्कर्ष निकालने में हमारी मदद करेंगे कि हमारी पृथ्वी समतल या चपटी नहीं है?

क्षितिज से परे वस्तुओं का ओझल हो जाना

यदि आप समुद्र तट पर या किसी ऐसे स्थान पर हैं जहाँ से पानी का विस्तार दिखाई देता है, तो किसी नाव या जहाज़ को दूर जाते हुए देखें। यदि पृथ्वी समतल होती, तो नाव या जहाज़ क्षितिज पर पहुँचते ही अचानक ओझल हो जाते। इसकी बजाय, आप देखेंगे कि नाव का निचला हिस्सा सबसे पहले ओझल होता है, जबकि मस्तूल या झण्डा सबसे बाद में (**चित्र-3 क-ख**)। ऐसा इसलिए क्योंकि पृथ्वी चपटी नहीं है। इसकी वक्रता के कारण जहाज़ के ज़मीन या सतह के सबसे क़रीब के हिस्से पहले हमारी दृष्टि से ओझल होते हैं।

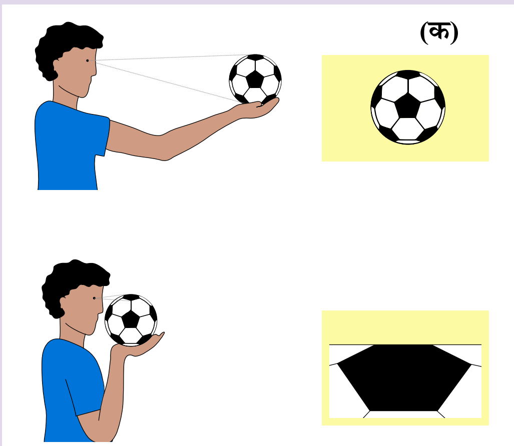
क्षितिज पर वस्तुएँ

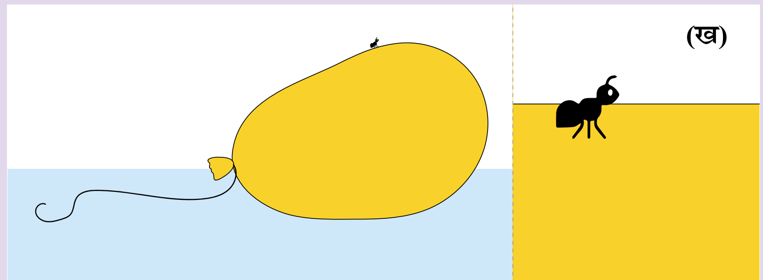
फिर, अगली बार जब आप समुद्र तट पर हों, तो खड़े होकर दिखने वाले सूर्यास्त की तुलना उस सूर्यास्त से करें, जिसे आप लेटे

बॉक्स-1 : हमारी पृथ्वी चपटी क्यों दिखाई देती थी?

एक गेंद लें और अपनी आँख को उसकी सतह के स्तर पर रखें। इस कोण से, गेंद की सतह सपाट दिखाई देने की सम्भावना है (**चित्र-1 क**)। अब, कल्पना करें कि एक चींटी पूरी तरह से फूले हुए गुब्बारे की सतह पर घूम रही है। चींटी के लिए, यह समझना मुश्किल होगा कि जिस सतह पर वह घूम रही है वह चपटी नहीं है (**चित्र-1 ख**)।

पृथ्वी पर हमारा हाल भी ठीक ऐसा ही है। चूँकि वह हमें चपटी 'दिखती' है, इसलिए हमारे लिए यह स्वीकार करना कठिन होता है कि पृथ्वी गोल है। लेकिन, जैसा कि इन उदाहरणों से पता चलता है, जो चीज़ चपटी दिखती है, ज़रूरी नहीं है कि वह वैसी ही हो। पृथ्वी हर जगह वक्राकार है। एक और बात, वो यह कि हमारे मुक़ाबले पृथ्वी इतनी बड़ी है कि इसकी सतह की वक्रता (जिस हद तक पृथ्वी एक सपाट सतह से भिन्न है) बहुत कम है और हम जहाँ खड़े हैं, वहाँ से बमुश्किल ही हमारा ध्यान इस पर जाता है। पृथ्वी की 'वक्रता' हमें अधिक ऊँचाई से ही स्पष्ट होती है, जैसे किसी बहुत ऊँची इमारत की चोटी से या हवाई जहाज़ में उड़ते समय।





चित्र-1 : गेंद या गुब्बारे जैसी एक गोलाकार वस्तु, एक निश्चित कोण से देखने पर 'सपाट' दिखाई दे सकती है।
Credits: Anand Narayanan. License: CC-BY-NC.

बॉक्स-2 : आर्यभट की गोलाकार पृथ्वी

भारतीय गणितज्ञ-खगोलशास्त्री आर्यभट ने 1500 वर्ष पहले लिखे गए अपने ग्रन्थ *आर्यभटियम्* में पृथ्वी को एक गोले के रूप में वर्णित किया है। ग्रन्थ के 'गीतिकापाद' भाग (श्लोक-5) में, वे पृथ्वी के व्यास को दूरी की एक प्राचीन इकाई योजन में प्रस्तुत करते हैं। गणितीय स्थिरांक **π** सम्बन्धी स्वयं आर्यभट की गणना के आधार पर कोई पृथ्वी की परिधि का मान भी निकाल सकता है। दुर्भाग्य से, इन गणनाओं की तुलना आधुनिक गणनाओं से करना बहुत कठिन है क्योंकि सम्बद्ध विद्वानों के बीच इस बात पर मतैक्य नहीं है कि आज हम दूरी के लिए जिन इकाइयों का प्रयोग करते हैं उनमें एक योजन का मान क्या है। बहरहाल, यह एक तथ्य है कि आर्यभट के समय में भी, पृथ्वी को एक गोले के रूप में जाना जाता था।

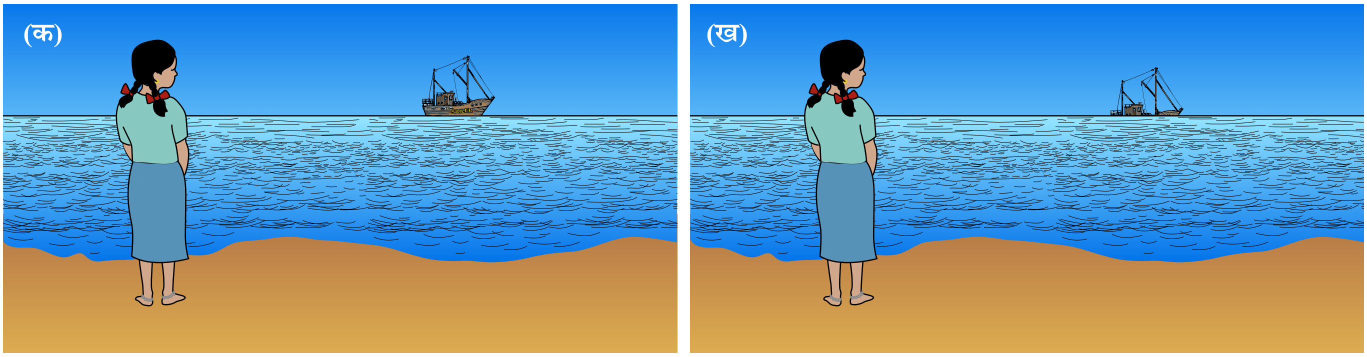
आर्यभट इस विचार को प्रस्तुत करने वाले पहले व्यक्ति भी थे कि पृथ्वी अपनी धुरी पर घूमती है और आकाश में पिण्डों के 'उदय' और 'अस्त' का सम्बन्ध पृथ्वी के घूर्णन से है। हम इसे एक खुले अभ्यास के रूप में छोड़ रहे हैं कि कोई यह जाँचने के लिए क्या-क्या अवलोकन कर सकता है कि पृथ्वी वाकई घूम रही है। यह उन निष्कर्षों में से एक है जो वास्तविकता की हमारी रोज़मर्रा की धारणा के विरोधाभासी लगते हैं और इसलिए, उन तक पहुँचना इतना आसान भी नहीं है!

बॉक्स-3 : लेकिन पृथ्वी एक पूर्ण गोला भी नहीं

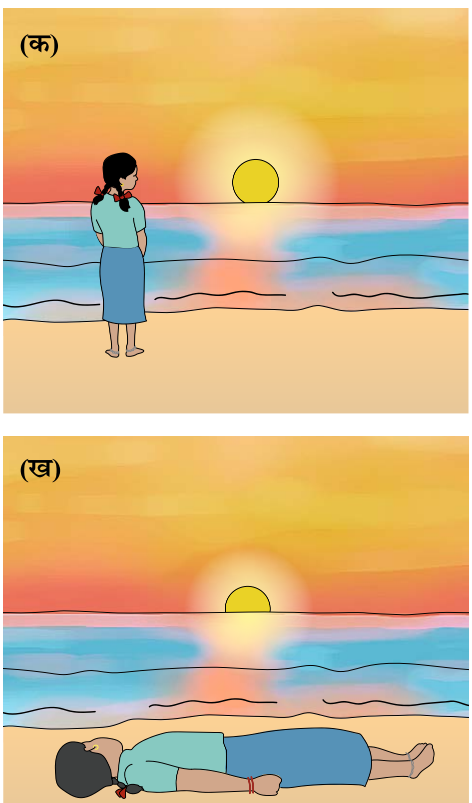
संयोगवश यह भी पता चला कि हमारी पृथ्वी कोई आदर्श गोलाकार पिण्ड भी नहीं है। इसकी बजाय, यह एक थोड़ी पिचकी हुई गोलाकार आकृति (oblate spheroid) है, यानी ध्रुवों पर थोड़ी चपटी और भूमध्य रेखा पर उभरी हुई (उन्नतोदर) है, गोया दो विपरीत तरफ़ों से दबाई हुई गेंद। यह आकृति पृथ्वी के घूर्णन का परिणाम है, जिसके कारण भूमध्यरेखीय क्षेत्रों में एक अपकेन्द्री बल का अनुभव होता है जो पदार्थ को बाहर की ओर धकेलता है और पृथ्वी को एक उभार देता है।



चित्र-2 : पृथ्वी की वह पहली पूरी तस्वीर जिससे पता चला कि यह चपटी नहीं है। 'द ब्लू मार्बल' के नाम से मशहूर यह तस्वीर 7 दिसम्बर 1972 को अपोलो-17 अन्तरिक्ष यान के अमरीकी चालक दल द्वारा ली गई थी।
Credits: Harrison Schmitt or Ron Evans. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:The_Earth_seen_from_Apollo_17.jpg. License: Copyright NASA.



चित्र-3 : ज़मीन से दूर जाते जहाज़ धीरे-धीरे हमारी नज़रों से ओझल हो जाते हैं।



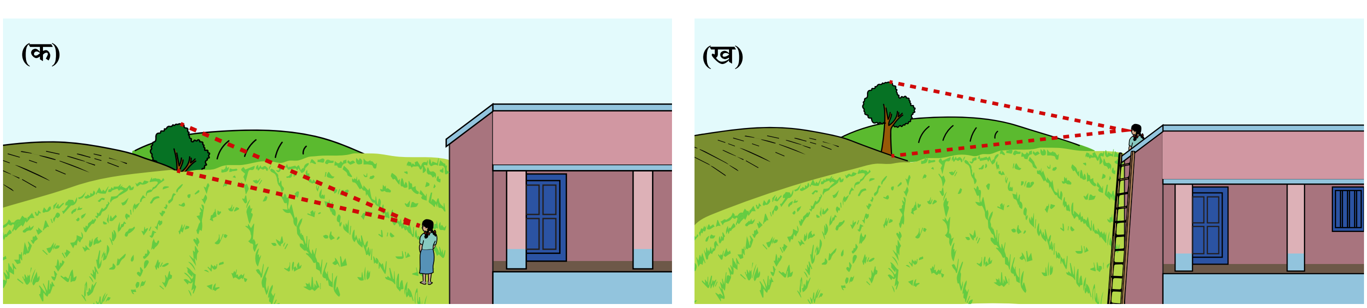
चित्र-4 : लेटे हुए की तुलना में हम खड़े होकर डूबते सूरज का अधिक हिस्सा देख सकते हैं।

हुए देखते हैं। यदि पृथ्वी चपटी होती तो दोनों स्थितियों में सूर्य का दृश्य एक जैसा होता। आप देखेंगे कि लेटे हुए की तुलना में खड़े होकर आप डूबते सूरज का ज़्यादा हिस्से देख सकते हैं। ऐसा इसलिए कि पृथ्वी एक गोले की सतह की तरह वक्राकार है, इसलिए पर्यवेक्षक की ऊँचाई धरातल की उस दूरी को निर्धारित करती है जहाँ तक वे देख सकते हैं (**चित्र-4 क-ख**)।

आप एक खुले मैदान में खड़े होकर क्षितिज की दिशा में किसी वस्तु को देखते हुए भी ऐसा कर सकते हैं, जैसे कि कोई दूर का पेड़ या आँशिक रूप से दिखाई देती कोई इमारत। जैसे-जैसे आप किसी ऊँची जगह, जैसे पास के किसी पेड़ पर चढ़ जाते हैं, आप उसी वस्तु को और अधिक देख पाएँगे। आप इसके पार उन अन्य वस्तुओं को भी देखने में सक्षम हो सकते हैं जो आपको पहले दिखाई नहीं देती थीं। दूसरी ओर, यदि पृथ्वी चपटी होती, तो फिर चाहे आप नीचे ज़मीन पर खड़े हों या किसी पेड़ की शाखा पर बैठे हों, आपको अपनी दृष्टि के विस्तार/ फैलाव में कोई अन्तर नहीं दिखता। अब चूँकि पृथ्वी वक्राकार है, सो आप जितना ऊपर चढ़ते जाते हैं आपकी दृष्टि-रेखा क्षितिज में उतनी ही आगे बढ़ती जाती है। दूसरे शब्दों में, पृथ्वी के वे हिस्से जो पहले इसकी वक्रता के कारण छिपे हुए थे, अब आपके प्रेक्षण बिन्दु में परिवर्तन के कारण दिखाई देने लगेंगे (**चित्र-5 क-ख**)।

परछाईं की लम्बाई

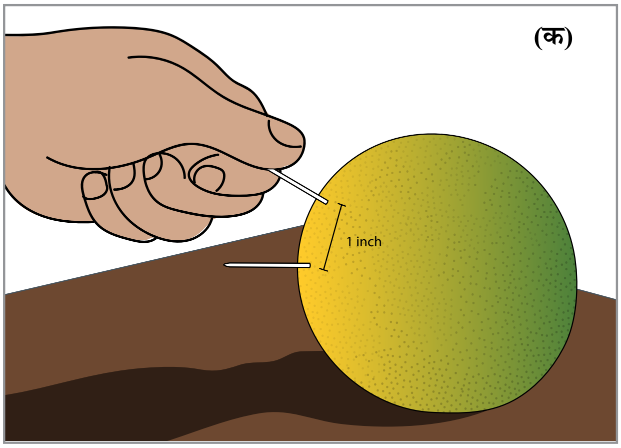
क्या पृथ्वी का चपटापन या गोलाई हमारी छाया की लम्बाई भी बदल देगी? इसका परीक्षण घर के अन्दर एक साधारण प्रयोग के द्वारा किया जा सकता है। गेंद या सन्तरे जैसी कोई गोलाकार वस्तु लें। इसमें बराबर लम्बाई की दो टूथपिक इस तरह डालें कि वे लगभग एक इंच की दूरी पर हों (**चित्र-6 क**)। कमरे में अँधेरा रखते हुए, एक टॉर्च से गेंद पर रोशनी डालें और टूथपिक्स की छाया

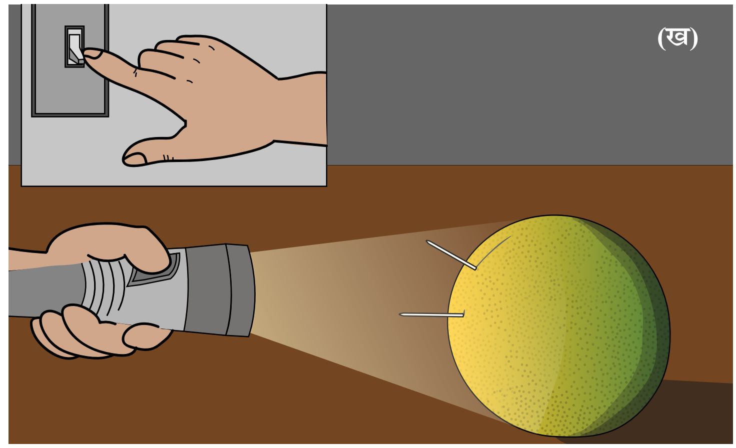


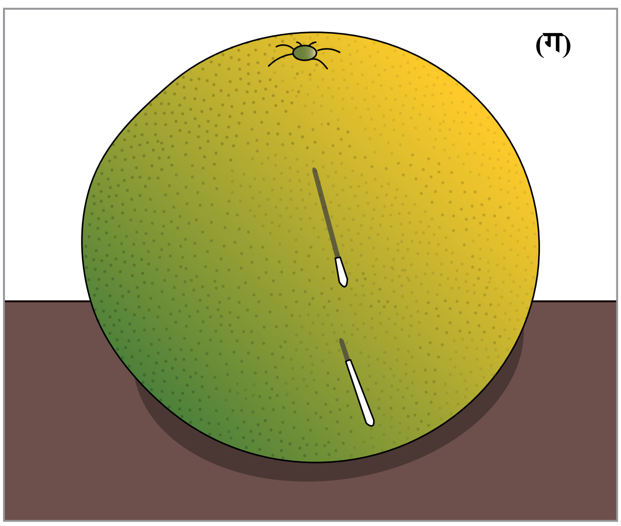
चित्र-5 : हमारा प्रेक्षण-बिन्दु जितना ज़्यादा ऊँचा होगा, हमारी दृष्टि-रेखा क्षितिज में उतनी ही दूर तलक जाएगी।

की लम्बाई देखें (**चित्र-6 ख**)। आप किसी भी कोण से रोशनी डालें, परछाइयाँ समान लम्बाई की नहीं होंगी (**चित्र-6 ग**)। इस प्रयोग में, प्रकाश स्रोत सूर्य का प्रतिनिधित्व करता है और गेंद पृथ्वी का प्रतिनिधित्व करती है।

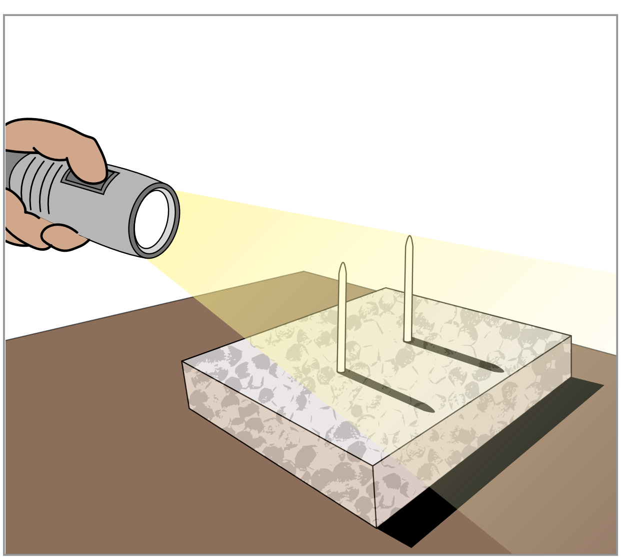
यदि आप गेंद की जगह थर्मोकोल के टुकड़े जैसी कोई सपाट सतह लें और इसी प्रयोग को दोहराएँ, तो आप पाएँगे कि छायाएँ







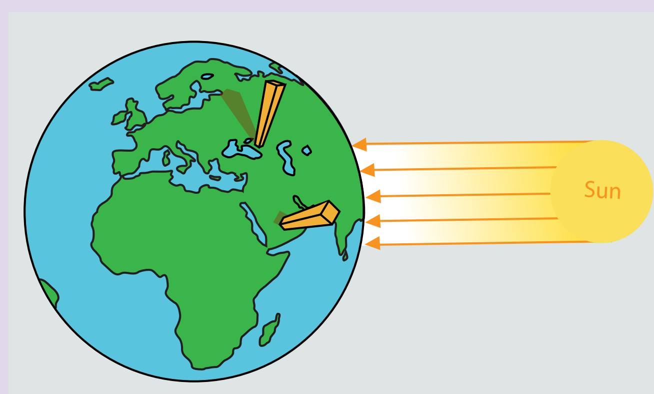
चित्र-6 : जब समान लम्बाई की दो वस्तुएँ एक वक्राकार सतह पर खड़ी होती हैं, तो उनके द्वारा डाली गई छायाएँ असमान लम्बाई की होती हैं।



चित्र-7 : जब समान लम्बाई की दो वस्तुएँ एक चपटी सतह पर खड़ी होती हैं, तो उनके द्वारा डाली गई छायाएँ भी समान लम्बाई की होती हैं।

बॉक्स-4 : एराटोस्थनीज़ का मापन

एराटोस्थनीज़ को पता था कि मिस्र के प्राचीन शहर स्येन में कोई भी ऊँची वस्तु (जैसे खम्भे) किसी विशेष दिन पर दोपहर के समय ज़मीन पर कोई छाया नहीं डालती। उन्होंने अनुमान लगाया कि ऐसा इसलिए था क्योंकि इस समय सूर्य ठीक स्येन के ऊपर था। इसके विपरीत, स्येन के उत्तर में स्थित एक अन्य प्रसिद्ध प्राचीन शहर अलेक्ज़ेंड्रिया में ऊँची इमारतें प्रेक्षणीय परछाइयाँ छोड़ती थीं (**चित्र-8**)।



चित्र-8 : एराटोस्थनीज़ ने एक ही दिन दोपहर के समय दो स्थानों पर छायाओं की लम्बाई के अन्तर के आधार पर निष्कर्ष निकाला कि पृथ्वी चपटी नहीं है।

उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि ऐसा तभी हो सकता है जब पृथ्वी गोलाकार हो। अपनी वक्रता के कारण, सूर्य अलग-अलग अक्षांशों पर स्थित दो स्थानों पर ऐन सिर के ऊपर नहीं होगा। इसलिए, इन स्थानों पर एक जैसे खम्भों द्वारा डाली गई छाया की लम्बाई अलग-अलग होगी। एराटोस्थनीज़ ने पृथ्वी की परिधि का अनुमान लगाने के लिए इन मापों का उपयोग किया।

समान लम्बाई की हैं (**चित्र-7**)।

यदि कोई व्यक्ति कई किलोमीटर की दूरी पर स्थित समान ऊँचाई वाले दो खम्भों की छाया का निरीक्षण करे तो वह धरातल पर भी वही प्रयोग दोहरा सकता है। परछाइयों की लम्बाई को लगभग एक ही समय पर मापना होगा।

दिलचस्प बात यह है कि ऐसा प्रयोग कोई 2000 साल से भी पहले यूनानी गणितज्ञ एराटोस्थनीज़ द्वारा किया गया था (**बॉक्स-4 देखें**)।

चलते-चलते

हमारी इन्द्रियाँ हमें दुनिया की समझ प्रदान करने में दक्ष हैं। हालाँकि, ऐसे उदाहरण हैं, जहाँ इन इन्द्रियों के माध्यम से ग्राह्य वास्तविकता की हमारी तत्काल धारणा थोड़ी विकृत, बल्कि एकदम ग़लत भी हो सकती है। इसीलिए यह ज़रूरी है कि हम वैज्ञानिक प्रक्रिया पर भरोसा करें जिसमें अवलोकन, प्रयोग और सभी सम्भावनाओं पर विचार करने के बाद निष्कर्ष तक पहुँचा जाता है।

मुख्य बिन्दु

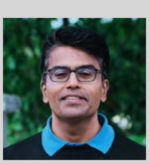


- यह बात कोई आधुनिक खोज नहीं है कि पृथ्वी वास्तव में चपटी नहीं है।
- पृथ्वी चपटी दिखाई देती है क्योंकि इसकी सतह की वक्रता इतनी कम है कि यह अक्सर हमें अधिक ऊँचाई से ही दिखाई देती है।
- हम कई सरल अवलोकनों के माध्यम से पृथ्वी की वक्रता का अनुमान लगा सकते हैं, जैसे कि वस्तुएँ क्षितिज से कैसे ओझल हो जाती हैं या विभिन्न ऊँचाइयों से वे हमें कैसी दिखती हैं।
- एक अन्य तरीक़े से हम यह अनुमान लगा सकते हैं कि पृथ्वी वक्राकार है, वह एक सरल प्रयोग है जिसमें एक समतल सतह पर स्थित समान लम्बाई की दो वस्तुओं द्वारा डाली गई छायाओं की लम्बाई की तुलना एक वक्राकार सतह पर पड़ने वाली इन्हीं की छायाओं से की जाती है।

Note: Source of the image used in the background of the article title: Flat earth. Credits: Flatearthgifts, Wikimedia Commons.
URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flat_Earth_model.jpg. License: CC-BY-SA.

For further reading:

1. Brown, Cynthia Stokes. 'Eratosthenes of Cyrene'. Big History Project. Khan Academy.
   URL: https://www.khanacademy.org/humanities/big-history-project/solar-system-and-earth/knowing-solar-system-earth/a/eratosthenes-of-cyrene.
2. Kate, Amol Anandrao. 'Measuring Earth's Size'. i wonder... pg. 22-26. ISSN 2582-1636. URL: https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/3390/.



आनन्द नारायणन इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ स्पेस साइंस एंड टेक्नॉलॉजी, तिरुवनन्तपुरम में खगोल-भौतिकी (ऐस्ट्रोफिज़िक्स) पढ़ाते हैं। उनका शोध निहारिकाओं के बाहर बड़े पैमाने पर बैरिऑनिक पदार्थ (baryonic matter) के वितरण को समझने पर है। वे नियमित रूप से खगोल विज्ञान से सम्बन्धित शैक्षिक व जनसम्पर्क गतिविधियों में योगदान देते रहते हैं और अक्सर दक्षिण भारत के सांस्कृतिक इतिहास की खोज में यात्राएँ करना पसन्द करते हैं।

अनुवाद : मनोहर नोतानी **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर** : अनुज उपाध्याय

ऑक्सीजन की खोज : नाम का सुराग़

क्या आपको पृष्ठ-11 पर 'हॉल ऑफ़ फ़ेम' में वैज्ञानिकों के नामों तक पहुँचने में कुछ मदद चाहिए? यहाँ कुछ सुराग़ दिए गए हैं :

(1) इन्होंने दर्शाया कि वायु का कुछ भाग दहन और श्वसन दोनों के लिए आवश्यक है।

(2) इस अमीर और बेहद महत्त्वाकांक्षी वैज्ञानिक ने स्वतंत्र रूप से ऑक्सीजन की खोज का दावा किया। लेकिन इस दावे को ख़ारिज कर दिया गया क्योंकि इन्हें कम-चर्चित वैज्ञानिकों के काम को अपना काम बताने के लिए जाना जाता था। यह भी ज्ञात था कि (h) और (j) दोनों ने अपने निष्कर्ष उनके साथ साझा किए थे। उन्होंने (j) का पत्र प्राप्त होने की बात स्वीकार नहीं की। दिलचस्प बात यह है कि सम्भव है कि यह पत्र उनकी पत्नी को मिला हो, जो उनकी प्रयोगशाला में उनकी सहायक के रूप में काम करती थीं। यदि हाँ, तो ऐसा लगता है कि पत्र का महत्त्व पहचानने के बाद उनकी पत्नी ने इसे इस उम्मीद में छिपा दिया था कि इससे उनके पति को अपने व्यापक काम के आधार पर स्वतंत्र रूप से गैस की खोज करने का श्रेय लेने का मौक़ा मिलेगा। इस वैज्ञानिक ने फ्लॉजिस्टन सिद्धान्त को बकवास कहकर ख़ारिज कर दिया था और दावा किया कि नई गैस जिसे (h) और (j) ने स्वतंत्र रूप से खोजा था वह एक अद्वितीय रासायनिक तत्व है। ये वही व्यक्ति थे जिन्होंने उस गैस का नामकरण भी किया और वर्तमान में भी ये गैस उसी नाम से जानी जाती है, हालाँकि यह नाम एक धारणा पर आधारित था जो बाद में ग़लत साबित हुआ।

(3) इन्होंने प्रस्तावित किया था कि जब एक जलती हुई मोमबत्ती को एक काँच के बर्तन से ढँका जाता है तो आग का कुछ हिस्सा प्रकाश के रूप में काँच के बर्तन से बाहर निकल सकता है। इस आग के निकलने से काँच के बर्तन में निर्वात उत्पन्न होता है।

(4) ये (g) के विद्यार्थी थे और उनके सिद्धान्त से बहुत प्रभावित थे। इन्होंने (g) के सिद्धान्त को संशोधित करते हुए सुझाव दिया कि ज्वलनशील पदार्थों में आग जैसा तत्व फ्लॉजिस्टन होता है जो दहन के दौरान निकलता था।

(5) इन्होंने सुझाया था कि एक जलती हुई मोमबत्ती को काँच के बर्तन से ढँकने पर मोमबत्ती ने उस बर्तन में उपस्थित हवा की कुछ मात्रा का इस्तेमाल जलने के लिए किया। इससे काँच के बर्तन में एक निर्वात उत्पन्न हुआ।

(6) इन्होंने एक पम्प विकसित करने और दहन पर प्रयोग करने में (i) की मदद की।

(7) इन्होंने पारम्परिक तत्वों की सूची से हवा और आग को हटाने और उनकी जगह एक अन्य पारम्परिक तत्व, पृथ्वी, के तीन रूपों को शामिल करने का सुझाव दिया। साथ ही, यह भी सुझाव दिया कि ज्वलनशील पदार्थों में पृथ्वी के इन रूपों में से एक रूप शामिल होता है, जिसे उन्होंने 'टेरा पिंगुइस' (terra pinguis) कहा। और यह वही रूप था जो दहन के दौरान निकलता था।

(8) इन्होंने स्वतंत्र रूप से (j) के फौरन बाद ऑक्सीजन की खोज की, लेकिन (j) द्वारा की गई खोज का शोध पत्र दो साल पहले प्रकाशित हुआ। इसलिए ऑक्सीजन की खोज का श्रेय उन्हें ही दिया जाता है। (j) की ही तरह, इन्होंने भी शोध पत्र प्रकाशित होने से कुछ समय पहले अपनी खोज को (b) के साथ साझा किया था। इस गैस के प्रभावों को जानने के लिए इस गैस को सूँघने की कोशिश की और कुछ समय तक अपनी छाती में हल्कापन महसूस किया। उनके अनुसार, हवा के इस घटक में अपना स्वयं का फ्लॉजिस्टन बहुत कम या न के बराबर होता है और यह ज्वलनशील पदार्थों से फ्लॉजिस्टन को आसानी से अवशोषित कर सकता है। इस गुण के कारण इसकी उपस्थिति में ज्वलनशील पदार्थ अधिक तेज़ी से जलते हैं।

(9) इन्होंने एक कुशल निर्वात पम्प विकसित किया था ताकि दहकते हुए अंगारे के ऊपर रखे काँच के बर्तन से सारी हवा बाहर निकल जाए। उन्होंने दर्शाया कि हवा की

अनुपस्थिति में अंगारा बुझ जाता है और यदि बर्तन में थोड़ी हवा डाल दी जाए तो वह फिर से दहकने लगता है।

(10) ये ऑक्सीजन की खोज करने और उसके गुणों का वर्णन करने वाले सबसे पहले व्यक्ति थे। उनका अवलोकन था कि हवा का यह घटक आम हवा की तुलना में दहन में बेहतर मदद करता है। इन्होंने (b) के साथ अपने निष्कर्षों को साझा किया, लेकिन माना जाता है कि प्रकाशन के लिए अपने काम को लिखने में देरी की। परिणामस्वरूप, उनकी अन्य कई खोजों की तरह इस खोज का श्रेय भी किसी अन्य वैज्ञानिक को चला गया। नतीजतन इसने आइज़ेक एसिमोव (Isaac Asimov) को इस वैज्ञानिक के नाम के पहले 'हार्ड लक' (hard luck) उपसर्ग का उपयोग करने के लिए प्रेरित किया। उन्हें उनकी इस आदत के लिए जाना जाता है कि वे अपने द्वारा काम किए जा रहे रसायनों (यहाँ तक कि आर्सेनिक जैसे ज़हरीले रसायन) को चख लेते थे।

अब भी इनमें से कुछ नामों के बारे में आश्वस्त नहीं हैं? इस अंक के पृष्ठ-50 पर विजय कुमार उपाध्याय का लेख 'ऑक्सीजन की खोज' पढ़ने के बाद ये सुराग़ और स्पष्ट होंगे। यदि आप यह लेख पढ़ चुके हैं और अपने उत्तरों की जाँच करना चाहते हैं तो कृपया इस अंक के पृष्ठ-61 पर जाएँ।

Note: Source of the image used in the background of the article title: Jigsaw pieces. Credits: Wounds_and_Cracks, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/puzzle-piece-tile-jig-jigsaw-game-3306859/. License: CC0.

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : अफ़साना पठान **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडीटिंग :** अनुज उपाध्याय



बिखरते बीज

डेबोराह दत्ता

स्कूल में खाद्य उद्यान विकसित करने से विद्यार्थियों को स्वाभाविक रूप से स्थानीय पर्यावरण के बारे में सवाल करने और उसकी एक समग्र समझ विकसित करने का मौक़ा मिलता है। अलबत्ता, सम्भव है कि कई स्कूलों में ऐसे प्रोजेक्ट के लिए पर्याप्त जगह न हो। महानगरों में उभरी शहरी खेती की परिपाटी के सिद्धान्त शिक्षकों और विद्यार्थियों को अपने स्कूलों में भोजन उगाने में कैसे मदद करते हैं?

"उद्यान सबसे बड़ा सबक़ यह सिखाता है कि भले ही अपने ग्रह के साथ हमारे सम्बन्ध नफ़ा-नुक़सान मिलाकर शून्य हों। लेकिन जब तक सूरज चमक रहा है, और लोग योजना बना सकते हैं और पौधे रोप सकते हैं, सोच सकते हैं और कर सकते हैं, तब तक यदि हम कोशिश करें तो दुनिया को कम किए बगैर ख़ुद के लिए व्यवस्था कर सकते हैं।"

– माइकल पोलन

विद्यार्थियों को उनके आस-पास के पर्यावरण से जुड़ने का प्रामाणिक अनुभव प्रदान करना पर्यावरण शिक्षा के एक महत्त्वपूर्ण पहलू के रूप में पहचाना जा रहा है। स्कूल परियोजना के रूप में खाद्य उद्यान विकसित करना स्वाभाविक रूप से सवाल करने और मौसम, भोजन,पोषण, खाद्य उत्पादन का अर्थशास्त्र, पानी तथा स्थानीय भूगोल की एकीकृत समझ विकसित करने का स्थान प्रदान करता है। खाद्य पौधों की उपज स्कूल की रसोई में पूरक की भूमिका निभा सकती है। यह विद्यार्थियों को परियोजना से जोड़े रखने और उपलब्धि की भावना प्राप्त करने में मदद कर सकती है।

अलबत्ता, हो सकता है कि कई स्कूलों में ऐसी परियोजनाओं के लिए पर्याप्त स्थान न हो। ऐसे परिवेश में शहरी खेती आशा जगाती है। शहरी खेती शहरी और अर्ध शहरी क्षेत्रों में उपलब्ध जगह में खाद्य उगाने का एक तरीक़ा है। यह मुम्बई जैसी 'मेगासिटी' में एक दिलचस्प विकल्प के रूप में उभरा है जो भूमि की गम्भीर कमी से जूझ रही हैं (**बॉक्स-1 देखें**)। शिक्षक और विद्यार्थी अपने स्कूलों में उपलब्ध जगह पर भोजन उगाने के लिए शहरी खेती के सिद्धान्तों को कैसे अपना सकते हैं?

जगह

हो सकता है कि आपके स्कूल में आगे या पीछे आँगन की सुविधा न हो, लेकिन आपको यह देखकर आश्चर्य होगा कि स्कूल की खिड़कियों या छत जैसी साधारण संरचनाओं या स्थानों के अन्दर भी कितना कुछ उगाया जा सकता

बॉक्स-1 : शहरी खेती क्यों?

खाद्य सुरक्षा और शहरी जैव विविधता से लेकर मनोरंजन के लिए जगह की आवश्यकता वग़ैरह के कारण यह खेती तेज़ी से लोकप्रिय हो गई है। ऐसा इसलिए है क्योंकि शहरी खेती न केवल ग्रामीण भूमि और संसाधनों पर दबाव को कम करती है, बल्कि स्थानीय उत्पादन और उपभोग के माध्यम से भोजन के साथ हमारे सम्बन्ध के पुनर्निर्माण का एक आशाजनक तरीक़ा भी प्रदान करती है। यह हमें पारम्परिक खेती के ज्ञान को फिर से देखने की अनुमति देती है और साथ ही छोटी जगहों पर भोजन उगाने के रचनात्मक तरीक़ों की खोजबीन में भी मदद करती है। और बात इतनी ही नहीं है। हमारे उद्यान स्थानीय जैव विविधता को समृद्ध करने में मदद कर सकते हैं। यह काम करने से हमें मिट्टी की देखभाल करने के आनन्द और पारस्परिकता की सराहना करने में मदद मिल सकती है। स्कूल में खेती करना सामुदायिक भावना पैदा करने का भी एक तरीक़ा हो सकता है। महत्त्वपूर्ण बात यह है कि शहरों को आमतौर पर कई पर्यावरणीय समस्याओं का स्रोत माना जाता है। हम उस रिवायत को बदल सकते हैं और यह सब मुट्ठी भर मिट्टी से शुरू हो सकता है।

है! ज़रूरत सिर्फ़ इतनी है कि आप अपनी रचनात्मकता का उपयोग करके ऐसे प्लांटर्स डिज़ाइन करें जो उस स्थान के लिए उपयुक्त हों जिसे आपने उद्यान में परिवर्तित करने के लिए चुना है (**तालिका -1 देखें**)। चूँकि आप जितनी बड़ी जगह खाद्य उद्यान के लिए चुनेंगे उसके अनुसार आवश्यक श्रम और समय की मात्रा स्वाभाविक रूप से बढ़ेगी, इसलिए बेहतर होगा कि शुरुआत छोटी करें और जैसे-जैसे आप और आपके विद्यार्थी आत्मविश्वास महसूस करें, पौधों की संख्या बढ़ाते जाएँ।

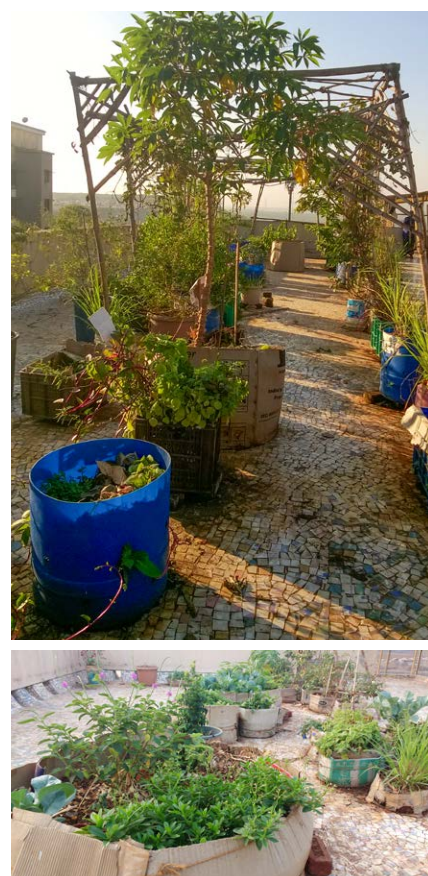
सूर्य का प्रकाश

अधिकांश पौधों को लगभग 6-4 घण्टे की धूप की आवश्यकता होती है। छज्जों और छतों पर पर्याप्त धूप प्राप्त करने की बेहतर सम्भावना होती है। पुदीना, तुलसी और अजवाइन जैसी जड़ी-बूटियों सहित कुछ सामान्य छाया-सहिष्णु पौधों को उगाना भी सहायक हो सकता है। चुकन्दर, प्याज, लहसुन और मूली जैसी जड़ वाली सब्ज़ियाँ भी आंशिक छाया में अच्छी पनपती हैं।

आपके पौधों को दोपहर की कड़ी धूप की अपेक्षा सुबह की धूप

तालिका -1 : सम्भावित स्थलों के फ़ायदे और नुक़सान

स्कूल में संरचना का प्रकार	फ़ायदे	नुक़सान
खिड़की की देहरी या चौखट	ट्रे में अंकुरण के लिए एक अच्छी जगह; और यदि पर्याप्त धूप उपलब्ध हो तो लताएँ और हरी सब्ज़ियाँ उगाएँ। प्रबन्धन में आसान।	बड़े पात्र नहीं रख सकते, क्योंकि इससे सुरक्षा सम्बन्धी समस्याएँ हो सकती हैं। कुछ सब्ज़ियाँ और साग उगाई जा सकती हैं।
छज्जा या छोटी छत	फ़र्श की जलरोधक और भार-वहन क्षमता की जाँच (भवन वास्तुकारों से) करने के बाद, बड़े पात्रों का उपयोग किया जा सकता है। गमलों को इधर-उधर ले जाया जा सकता है। बड़े पौधे उगाए जा सकते हैं।	इसमें अधिक काम करना होता है, यह इस बात पर निर्भर करता है कि आप कितने गमले लगाना चाहते हैं। यदि जलरोधन न किया गया हो तो इसमें अतिरिक्त खर्च लग सकता है।
छत	पर्याप्त भार-वहन क्षमता और जलरोधन के साथ, फलदार पेड़ों सहित बड़ी संख्या में पौधे उगाए जा सकते हैं। छत पर पहुँचने वाली धूप की मात्रा को कम करके इमारत को ठण्डा रखने में मदद करता है।	हो सकता है कुछ स्कूल भवनों में छतों तक पहुँच प्रतिबन्धित हो। पानी की उचित निकासी सुनिश्चित करने की ज़रूरत होगी। चूँकि ऊँची इमारतों पर हवा तेज़ चल सकती है, हवा को रोकने के लिए अतिरिक्त संरचनाओं की आवश्यकता हो सकती है। उन पौधों के लिए कुछ छाया बनाने की आवश्यकता हो सकती है जो सूर्य के प्रकाश के प्रति संवेदनशील हैं।
परिसर के भीतर आँगन या पूरी परिधि के किनारे-किनारे	मिट्टी और जल निकासी के बारे में कम चिन्ताएँ। भार सहनीयता की चिन्ता करने की ज़रूरत नहीं है। आप गड्ढे में खाद भी बना सकते हैं और खाद का उपयोग आसानी से कर सकते हैं।	कीटों का ख़तरा अधिक हो सकता है। प्रवेश प्रतिबन्धित हो सकता है। यदि यह निचले इलाक़े में स्थित है तो मानसून के दौरान जल जमाव का ख़तरा हो सकता है।



चित्र-1 : आसानी से उपलब्ध सामग्री को रचनात्मक रूप से गमलों के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

तालिका -2 : कुछ सामान्य प्रकार के गमलों के फ़ायदे और नुक़सान।

गमला प्रकार	फ़ायदा	नुक़सान
मिट्टी के गमले	आसानी से उपलब्ध; हवा की प्राकृतिक आवाजाही और जल निकासी प्रदान करते हैं; मोटी दीवारें मिट्टी को गर्म होने से बचाती हैं।	नियमित रूप से पानी देने की आवश्यकता होती है; इधर-उधर करने की दृष्टि से भारी; छतों आदि पर भार बढ़ जाता है।
प्लास्टिक के पात्र	आसानी से उपलब्ध; हल्का वज़न; फेंके गए कचरे से पुनर्चक्रण किया जा सकता है।	लम्बे समय तक सूरज की रोशनी के सम्पर्क में रहने पर भुरभुरे हो जाते हैं और टूटने का ख़तरा होता है; गर्म होने की प्रवृत्ति होती है; नए पात्र ख़रीदते समय प्लास्टिक की खपत बढ़ाते हैं।
लकड़ी के पात्र	सौन्दर्य की दृष्टि से आकर्षक; बहु-फ़सलन सम्भव बनाने के लिए बड़े पात्र डिज़ाइन किए जा सकते हैं।	प्राप्त करना कठिन हो सकता है (फल विक्रेताओं के पास टोकरे हो सकते हैं, विशेषकर आम के मौसम के दौरान)। यदि लकड़ी को पेंट किया गया हो, रासायनिक उपचार किया गया हो, तो विषाक्त पदार्थ निकल सकते हैं, दीमक के संक्रमण का ख़तरा हो सकता है।
ऊँची क्यारियाँ (मिट्टी/ खाद का घिरा हुआ क्षेत्र जो आस-पास के क्षेत्र से ऊँचा हो)। क्यारी बनाने के लिए ईंटों, कंक्रीट ब्लॉकों, लकड़ी और बाँस जैसी विभिन्न सामग्रियों का उपयोग किया जा सकता है।	एक बार निर्माण के बाद, अधिक रखरखाव की आवश्यकता नहीं होती; बड़े पौधे एक साथ लगा सकते हैं। मिट्टी की स्थिति को नियंत्रित करना और कीटों पर नज़र रखना आसान है।	शुरुआत में निर्माण करना श्रमसाध्य हो सकता है (निर्माण सामग्री के आधार पर)।
जाली या सपोर्ट विभिन्न सामग्रियों से बनाए जा सकते हैं, जैसे कॉयर या नायलॉन की रस्सियाँ या लकड़ी की पतली पट्टियाँ।	सामान्य लताओं और आरोही लताओं, जैसे लौकी और कमज़ोर तने वाले पौधों, जैसे टमाटर और क्लस्टर बीन्स के विकास में मदद करते हैं।	शुरुआत में इन्हें बनाना थोड़ा श्रमसाध्य हो सकता है।

अधिक मिले, यह पक्का करने के लिए आपको सूर्य की दिशा पर ध्यान देने की आवश्यकता होगी। आरोही लताओं के लिए जो भी सहारा बनाएँ उसका मुख उस दिशा की ओर होना चाहिए जहाँ अधिकतम सूर्य का प्रकाश पड़ता है क्योंकि ये पौधे प्रकाश की ओर बढ़ते हैं (सकारात्मक प्रकाशानुवर्तन)। चूँकि पृथ्वी की धुरी के झुकाव के कारण सूर्य का मार्ग



चित्र-2 : पौधों को उगाने के लिए मिट्टी ढीली-ढाली, उपजाऊ, उदासीन पीएच और अच्छी जलधारण क्षमता वाली होनी चाहिए।

बॉक्स-3 : स्थानीय जैव विविधता का पोषण करने वाले बीजों का चयन

हम विभिन्न स्तरों पर पौधों की विविधता को बढ़ाकर स्थानीय जैव विविधता के संरक्षण में मदद कर सकते हैं :

- एक ही प्रजाति की विभिन्न क़िस्मों को उगाना (जैसे कि बैंगन की गोल, लम्बी, बैंगनी और हरी क़िस्में), लेकिन एक-दूसरे के बगल में नहीं।
- परस्पर लाभकारी या पूरक विशेषताओं वाले विभिन्न प्रजातियों के पौधों को एक-दूसरे के बगल में उगाना। यह कई रूप ले सकता है : छोटे पौधों के साथ लम्बे पौधे लगाना, झकड़ा जड़ों वाले पौधों को मूसला जड़ों वाले पौधों के साथ लगाना, गहरी जड़ों वाले पौधों को उथली जड़ों वाले पौधों के साथ लगाना या आरोही लताओं को ज़मीनी पौधों के साथ उगाना।

यह किस प्रकार सहायता करता है? विभिन्न फूल वाले पौधे विभिन्न प्रकार के परागणकर्ताओं, जैसे तितलियों और मधुमक्खियों को आकर्षित करते हैं और उन्हें आवास प्रदान करते हैं! सामान्य तौर पर, विभिन्न प्रकार के पौधे उगाने से बेहतर कीट नियंत्रण भी हासिल होता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि विभिन्न पौधे विभिन्न प्रकार के कीड़ों के लिए मेज़बान के रूप में कार्य कर सकते हैं, जिनमें परस्पर शिकारी-शिकार सम्बन्ध हो सकते हैं। विभिन्न प्रकार के कीड़े विविध छिपकली और पक्षी प्रजातियों (जो कीड़ों को खाते हैं) को आकर्षित करने की अधिक सम्भावना रखते हैं, जो कीटों को नियंत्रित करने में भी मदद कर सकते हैं।

बॉक्स-2 : मिट्टी की उर्वरता में सुधार के तरीक़े :

(क) रसोईघर की खाद : भोजन के अवशेष मिट्टी को समृद्ध करने के लिए जैविक पदार्थ का सबसे आसान स्रोत हैं (**चित्र-3 देखें**)। विभिन्न तरीक़ों (गर्म, ठण्डा, अवायवीय और वर्मीकम्पोस्ट) का उपयोग करके इनसे खाद बनाई जा सकती है। मूल रूप से, कम्पोस्टिंग एक ऐसी प्रक्रिया है जिसके द्वारा नियंत्रित परिस्थितियों में जैविक पदार्थ को सूक्ष्मजीवों या कवक के माध्यम से सरल घटकों में तोड़ दिया जाता है।

खाद बनाने के लिए कार्बन (सूखा/ भूरा बायोमास), नाइट्रोजन (हरा/ ताज़ा बायोमास), ऑक्सीजन (यदि एरोबिक) और पानी की आवश्यकता होती है। आप हवा की आवाजाही वाले एक पात्र का उपयोग कर सकते हैं (कंटेनर या मिट्टी के बर्तन में छेद किया जा सकता है या ड्रिल किया जा सकता है) और ढक्कन लगा सकते हैं और यदि खाद्य अपशिष्ट ताज़ा है तो बस 1:2 के अनुपात में खाद्य अपशिष्ट और सूखे पत्तों की परत लगाएँ। हर 3-2 परतों के बाद थोड़ी लाल मिट्टी छिड़कें। मिश्रण को हर 10 दिन में पलट दें। जब पात्र भर जाए, तो इसे लगभग 15 दिनों के लिए अलग रख दें ताकि कम्पोस्टिंग की प्रक्रिया पूरी हो जाए। कम्पोस्ट की बनावट गहरे रंग की, भुरभुरी होती है और इसकी गन्ध थोड़ी मीठी होती है। हालाँकि आप खाद बनाने के विभिन्न तरीक़े आज़मा सकते हैं और आज़माना भी चाहिए, लेकिन शुरुआत में जाँचे-परखे हुए 'नुस्ख़े' को अपनाएँ, ताकि पहली बार में मिली सफलता आपको अन्य विकल्प आज़माने के लिए प्रेरित करे। अधिक विवरण और स्टार्टर किट यहाँ मिल सकती हैं : https://dailydump.org/. खाद बनाने में शामिल चरणों को यहाँ समझाया गया है : http://www.urbanleaves. org/2016/04/savealeaf-solution-2-composting.html



चित्र-3 : स्कूल की रसोई से बचे खाद्य पदार्थों को खाद बनाकर मिट्टी में मिलाया जा सकता है ताकि उसकी उर्वरता में सुधार हो सके।
Credits: ID 1702759807 © Ann Bulashenko | Shutterstock.com. URL: https://www.shutterstock.com/image-photo/compost-pit-organic-scraps-fertilizing-plants-1702759807

(ख) अमृत-मिट्टी (एएम) : यह मिट्टी के निर्माण की एक विधि है जिसमें गोबर, गोमूत्र और गुड़ के सूक्ष्मजीव से भरपूर मिश्रण का उपयोग करके सूखे और हरे बायोमास की खाद का उपयोग किया जाता है। इस तरह निर्मित मिट्टी पोषक तत्वों और जैविक कार्बन से समृद्ध होती है, जो इसे एक गहरे रंग की, भुरभुरी बनावट देती है। चूँकि एएम का वज़न लाल मिट्टी की तुलना में कम होता है, इसलिए यह छज्जों, छतों आदि के लिए एक आदर्श माध्यम है। एएम और इसकी तैयारी में शामिल चरणों का विस्तृत विवरण अर्बन लीव्स (मुम्बई में एक सामुदायिक कृषि समूह) की वेबसाइट पर मिल सकता है : http://purvita10.wixsite.com/urbanleaves/booklet.

(ग) बायोचार : जब जैविक पदार्थ को ऑक्सीजन की सीमित आपूर्ति के तहत धीरे-धीरे जलाया जाता है, तो यह अत्यधिक छिद्रपूर्ण चारकोल पैदा करता है। जब इसे मिट्टी में मिलाया जाता है, तो यह पोषक तत्वों और पानी को बनाए रखने में मदद करता है (**चित्र-4 देखें**)। यदि जगह की कमी के कारण बनाना मुश्किल हो तो स्थानीय दुकानों में व्यावसायिक रूप से उपलब्ध चारकोल का उपयोग किया जा सकता है।

(घ) गीली घास : पलवार जैविक पदार्थों की एक पतली परत से ऊपरी मिट्टी को ढँकने करने की प्रक्रिया है। यह गर्मी, भारी बारिश, ठण्ड के मौसम आदि के कारण मिट्टी को घना होने से बचाती है। आमतौर पर सूखे, कुचले हुए पत्ते, खोई (गन्ना विक्रेता से दोस्ती करें!), पुआल (आम के मौसम का ध्यान रखें। आम के डिब्बों में ढेर सारा भूसा मिल सकता है।), आदि का उपयोग किया जा सकता है (**चित्र-5 देखें**)। आवरण फ़सलें, जिन्हें सजीव पलवार भी कहा जाता है, का उपयोग किया जा सकता है। इनमें फली परिवार के सदस्य शामिल हैं, जैसे अल्फाल्फा, तिपतिया घास, माइमोसा, सेम और मटर।



चित्र-5 : सूखी खोई से पलवार।
Credits: Deborah Dutta. License: CC-BY-NC.



चित्र-4 : एक बर्तन में बायोचार तैयार करना।
Credits: Sagnik Ghosh. License: CC-BY-NC.

(ड) प्राकृतिक उर्वरक : पौधों को आमतौर पर अपनी वृद्धि के लिए नाइट्रोजन, पोटेशियम और फॉस्फोरस जैसे मैक्रोन्यूट्रिएंट्स की आवश्यकता होती है। बोरॉन, मैग्नीशियम, जिंक और मोलिब्डेनम जैसे ट्रेस तत्वों की उपस्थिति भी महत्त्वपूर्ण है।

वैकल्पिक	यह मिट्टी में क्या योगदान देता है
पिसी हुई कॉफ़ी और ताज़ी घास की कतरनें	नाइट्रोजन के अच्छे स्रोत
आस-पास फलियाँ लगाना	नाइट्रोजन को ठीक करने में मदद करता है।
रॉक फॉस्फेट और कुचली हुई हड्डियाँ (जानवरों की) या झींगा के खोल	फॉस्फोरस के अच्छे स्रोत। फलदार पौधों के लिए विशेष रूप से महत्त्वपूर्ण है।
अण्डे के छिलके और एप्सम नमक	पोटैशियम के अच्छे स्रोत। विशेष रूप से पत्तियों की उचित वृद्धि और रोग प्रतिरोधक क्षमता के लिए आवश्यक है।
लकड़ी की राख या लकड़ी जलाने के बाद बचा हुआ अवशेष	फॉस्फोरस का समृद्ध स्रोत। लेकिन चूँकि क्षारीय होता है और मिट्टी की पीएच को बदल सकता है, इसलिए अत्यधिक उपयोग से बचें क्योंकि यह मिट्टी और पौधों के विकास में अन्य समस्याएँ पैदा कर सकता है।

बॉक्स-4 : बीज बचाना

बीज क्यों बचाएँ? अधिकांश संस्कृतियों में बीजों को पवित्र माना जाता है क्योंकि वे जीवन की सम्भावना और उर्वरता के प्रतीक हैं। पर्यावरण में सही परिस्थितियाँ मिलें तो एक अकेला बीज लाखों बीज पैदा कर सकता है। हममें से हर किसी को बीज बचाने का अधिकार है, भले ही बीज बेचने वाली कृषि व्यवसाय कम्पनियों के पेटेंट के कारण यह अधिकार तेज़ी से ख़तरे में पड़ रहा है, जिससे किसान फ़सल उगाने के लिए इन कम्पनियों पर निर्भर हो रहे हैं। जब हम बीज बचाते हैं, तो हम स्थानीय विविधता (हमारे आस-पास के पर्यावरण की विशिष्ट परिस्थितियों में सर्वोत्तम रूप से विकसित होने वाले पौधों की विविधता) को मज़बूत करते हैं और पीढ़ी-दर-पीढ़ी अन्य किसानों के साथ बीजों और उनसे जुड़े ज्ञान (परम्पराओं और लोक ज्ञान सहित) का स्वतंत्र रूप से उपयोग और आदान-प्रदान करने की अपनी क्षमता को मज़बूत करते हैं। इस क्षमता को बीज सम्प्रभुता कहा जाता है। वंदना शिवा (2012) के अनुसार, *"बीज सम्प्रभुता के अन्तर्गत बीज बचाकर रखने, उन्हें उगाने और आदान-प्रदान करने, ऐसे विविध मुक्त-स्रोत बीजों तक पहुँच के किसानों के अधिकार शामिल हैं, जिन्हें बचाकर रखा जा सके, जो पेटेंटशुदा या आनुवंशिक रूप से संशोधित न हों और जिन पर विशाल बीज कम्पनियों का स्वामित्व या नियंत्रण न हो। यह बीजों और जैव विविधता पर साझा संसाधन और सार्वजनिक हित के तौर पर अधिकार बहाल करने पर आधारित है।"*

बीज कैसे बचाएँ? यह हर पौधे के लिए अलग हो सकता है। हालाँकि, सामान्य बात यह है कि न्यूनतम तनाव और बीमारी वाले स्वस्थ पौधों का चयन किया जाए। इस पौधे के फल को पूरी तरह पकने और परिपक्व होने दें। कुछ पौधों (जैसे टमाटर, बैंगन और लौकी) के बीज 'गीले' होते हैं और उन्हें गूदे से अलग करने की आवश्यकता होगी। वास्तव में, टमाटर और कुछ तरह की लौकी के बीजों को किण्वन के बाद सबसे अच्छा संग्रहित किया जाता है। क्रूसिफेरस सब्ज़ियों (जैसे मूली, पत्तागोभी, फूलगोभी और सरसों) के बीजों को पौधे की सूखी फलियाँ इकट्ठा करके बचाया जा सकता है। जड़ी-बूटियों (जैसे तुलसी, पुदीना और पहाड़ी पुदीना) को क़लमों से फैलाया जा सकता है। बीज बचाने को लेकर पर अधिक विवरण यहाँ मिलेगा : http://203.64.245.61/web_docs/manuals/save-your-own-veg-seed.pdf.

मौसम के साथ बदलता है (ग्रीष्म संक्रान्ति के समय सूर्य सबसे ऊपर होता है), इसलिए गमलों को तदनुसार स्थानान्तरित करना आवश्यक हो सकता है।

गमले

बाज़ार में कई अलग-अलग प्रकार के गमले उपलब्ध हैं (**तालिका -2 देखें**)। आप और आपके विद्यार्थी ग्रो बैग, जूट बैग, पुराने धातु के कंटेनर, रबर टायर, सादे कार्डबोर्ड बक्से या पुराने कपड़ों से बने बैग को गमलों के रूप में आज़मा सकते हैं (**चित्र-1 देखें**)। सामान्य तौर पर, एक अच्छे गमले में हवा की आवाजाही और अतिरिक्त पानी की निकासी की गुंजाइश होनी चाहिए। इस बात का ध्यान रखना होगा कि गमलों में



चित्र-6 : विद्यार्थी पके फलों की जाँच के लिए अपने टमाटर के पौधों का अवलोकन कर रहे हैं।

कोई हानिकारक रसायन (जैसे कि रंगीन छपी हुई सामग्री के रंजक) न हों जो घुलकर मिट्टी में मिल जाएँ। आवश्यक गमलों का आकार उन पौधों पर निर्भर करेगा जिन्हें आप उगाना चाहते हैं। छोटे पौधे, जैसे जड़ी-बूटियाँ, 10-6 इंच की गहराई वाले गमलों में उगाए जा सकते हैं। बैंगन, मिर्च, टमाटर, भिण्डी और शिमला मिर्च जैसे पौधों को 20-10 लीटर की क्षमता वाले गमलों की आवश्यकता हो सकती है।

मिट्टी

आदर्श रूप से, पौधों को उगाने के लिए मिट्टी ढीली-ढाली, उपजाऊ, उदासीन पीएच (~7; न तो अम्लीय और न ही क्षारीय) होनी चाहिए और इसमें अच्छी जलधारण क्षमता होनी चाहिए (**चित्र-2 देखें**)। रसोईघर की खाद, अमृत-मिट्टी, बायोचार, हरी खाद, गीली घास और जैविक उर्वरक जैसे पोषक तत्वों से भरपूर मिट्टी के कार्बनिक पदार्थ (एसओएम) को डालकर मिट्टी की उर्वरता में सुधार किया जा सकता है (**बॉक्स-2 देखें**)।

बीज

ऐसे बीज चुनना बेहतर होगा जो स्थानीय जैव विविधता का खज़ाना हों (**बॉक्स-3 देखें**)। जैसा कि होइडल (2015) लिखते हैं, "बीजों में जैव विविधता और जलवायु परिवर्तन के प्रति सहिष्णुता की आनुवंशिक कुंजी होती है और ये सांस्कृतिक ज्ञान के रिकॉर्ड हैं, जिनमें ऐतिहासिक प्रजनन परम्पराएँ प्रतिबिम्बित होती हैं।" जैविक खुले-परागण वाले बीजों का उपयोग यह सुनिश्चित करने में मदद कर सकता है कि उनके पके फलों का उपयोग अगले बुआई सीज़न के लिए बीज बचाकर रखने के लिए किया जा सकता है। (**बॉक्स-4 देखें**)।

(क) बुआई : बेहतर होगा कि बीज ढीली-ढाली मिट्टी (पॉटिंग मिश्रण) वाले छोटे पात्रों में बोए जाएँ। इससे दो लाभ मिलते हैं :

- यह आपको अंकुरण के दौरान तापमान, नमी और धूप को नियंत्रित करने की गुंजाइश देता है। युवा पौधों को तेज़ धूप से बचाने की आवश्यकता हो सकती है।
- यह अंकुरित बीजों को मिट्टी के कीटों द्वारा होने वाले नुक़सान को कम करता है।

पॉटिंग मिश्रण में कोकोपीट (जो कंपोस्ट किया गया नारियल का रेशा होता है), रेत और खाद मिलाए जाते हैं। छोटे पात्र छिद्रित प्लास्टिक बैग, टेट्रा पैक, दही के डिब्बे, अण्डे के छिलके आदि से बनाए जा सकते हैं। बीजों पर लेबल लगाना भी अच्छा होगा (उदाहरण के लिए, आइसक्रीम स्टिक के साथ) ताकि आप अंकुरित पौधों पर नज़र रख सकें।

(ख) रोपाई : कुछ पत्तियाँ निकल आने के बाद पौधे को बड़े गमले में रोपा जा सकता है (याद रखें, पहली दो पत्तियों को झूठी पत्तियाँ कहा जाता है; वे बीज भ्रूण का हिस्सा हैं)। रोपाई शाम को करने से पौधे को धूप के सम्पर्क में आने से पहले समायोजित होने का समय मिल जाएगा। जड़ों को नुक़सान न पहुँचे इसका ध्यान रखें। नई मिट्टी में समायोजित होने में लगने वाले समय में जड़ों को फफूँद संक्रमण से बचाने के लिए मिट्टी में थोड़ी लकड़ी की राख मिला सकते हैं।

(ग) कटाई : उपभोग के लिए कटाई तब की जानी चाहिए जब सब्ज़ी या फल परिपक्व हो, लेकिन अधिक न पके हों (**चित्र-6 देखें**)। कई पौधों में, इस अवस्था को देखकर या छूकर पहचाना जा सकता है। कुछ पौधों के लिए, आपको अन्य संकेतों की तलाश करना होगा कि सब्ज़ी या फल कटाई के लिए कब तैयार है। उदाहरण के लिए, मूली कटाई के लिए तब तैयार होती है जब उसका कुछ हिस्सा मिट्टी के ऊपर देखा जा सकता है। हल्दी और अदरक की पकने की अवधि लगभग 10 महीने होती है (उन्हें आख़िरी महीने में बहुत कम पानी की आवश्यकता होती है) और पत्तियाँ सूखने पर वे कटाई के लिए तैयार हो जाते हैं।

पानी

पौधों को पानी देना एक ज़ेन अभ्यास की तरह हो सकता है - लगता है कि आसान है, किन्तु इसमें महारत हासिल करना कठिन है। बहुत कम पानी होने पर पौधे का विकास रुक सकता है और बहुत अधिक होने पर जड़ों के सड़ने, फफूँद संक्रमण आदि का कारण बन सकता है। आमतौर पर, मिट्टी कितनी गीली है यह जाँचने के लिए अपनी उँगली को मिट्टी में डालना अच्छा तरीक़ा है। यदि सूखी लगे तो पानी दें। यह सुबह या शाम को करना सबसे अच्छा होता है जब मिट्टी से वाष्पीकरण के माध्यम से पानी खोने की सम्भावना कम होती है और जड़ों द्वारा पानी सोखने की अधिक सम्भावना होती है। आप ड्रिप सिंचाई जैसी प्रणाली का भी पता लगा सकते हैं। यह विशेष रूप से तब सहायक हो सकती है जब स्कूल सर्दी या गर्मी की छुट्टियों के लिए बन्द हो। पानी बचाने के लिए, आप वर्षा जल संचयन और गन्दे पानी के पुनर्चक्रण के बारे में भी पता कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, यदि आपका स्कूल रीठे जैसी पर्यावरण-अनुकूल धुलाई सामग्री का उपयोग करता है, तो आप अपने बग़ीचे के लिए रसोई सिंक, शॉवर, वॉशिंग मशीन इत्यादि से अपशिष्ट जल का उपयोग कर सकते हैं।

गहरी खुदाई

(क) जुताई : यदि आपको लगता है कि मिट्टी कठोर और ढेलेदार है तो कभी-कभी बड़े गमलों की जुताई की आवश्यकता हो सकती है। मिट्टी को थोड़ा खोदने और ढीला करने के लिए काँटे या खुरपी का उपयोग करें। मुख्य तने के पास के क्षेत्रों से बचें। जुते हुए क्षेत्र के ऊपर गीली घास डालें, थोड़ी लकड़ी की राख और थोड़ा पानी छिड़कें।

(ख) छँटाई : इसका तात्पर्य पौधों के मृत, संक्रमित या अतिवृद्धि वाले हिस्सों को हटाने से है। छँटाई से बेहतर विकास और उपज प्राप्त हो सकती है। अलबत्ता, इसके लिए थोड़ी विशेषज्ञता ज़रूरी होती है क्योंकि

ग़लत ढंग से करने पर पौधे को नुक़सान हो सकता है और परिणाम उल्टा हो सकता है। बीमारी को बढ़ने से रोकने के लिए पौधे के कीट-संक्रमित हिस्सों को हटाना अधिक सुरक्षित है। वैसे, स्वस्थ पौधे की देखभाल करते समय, अधिक अनुभवी किसानों से परामर्श करना बेहतर होता है। 'पिंचिंग' का तात्पर्य अपनी उँगलियों से अपरिपक्व फल या कलियों को हटाना है। यह आमतौर पर टमाटर, तुलसी, चौलाई आदि की वृद्धि को प्रोत्साहित करने के लिए किया जाता है।

कीट आक्रमण

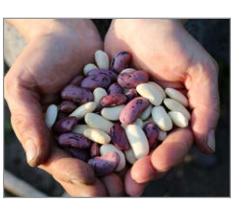
कीट संक्रमण की स्थिति में, पौधे को तुरन्त कीटनाशकों (जैविक या सिंथेटिक) से उपचारित करने की बजाय बेहतर हो सकता है कि उन पर नज़र रखते हुए ठीक होने के लिए कुछ समय दिया जाए। कीटों के हमलों के प्रति यह दृष्टिकोण वैसा ही है जैसे किसी व्यक्ति को फौरन एंटीबायोटिक दवाओं की उच्च ख़ुराक देने की बजाय उसे स्वाभाविक रूप से बुखार से लड़ने के लिए समय दिया जाए। अक्सर, संक्रमित पौधा स्वस्थ हो जाएगा और ऐसे अन्य हमलों के प्रति प्रतिरोध दिखाएगा। यदि कीटनाशकों का उपयोग करने की आवश्यकता है, तो प्राकृतिक कीटनाशकों का उपयोग संयम से और केवल यह सुनिश्चित करने के बाद करना बेहतर हो सकता है कि अन्य तरीक़ों (जैसे संक्रमित भागों को धोना और छँटाई) ने काम नहीं किया है। याद रखें, कीटनाशकों के अन्धाधुन्ध उपयोग से प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है (जैसे कि कीटों में कीटनाशकों के प्रति प्रतिरोधक क्षमता का विकास)।

चलते-चलते

कुल मिलाकर, भोजन की खेती का दारोमदार रिश्तों पर है। यह उस तरीक़े को समझने का एक मूर्त तरीक़ा है जिसमें हवा, मिट्टी, पानी, सूरज, पौधे और अन्य प्राणियों के बीच सम्बन्ध हमारे जीवन का पोषण करते है। यह बदलती जलवायु के अनुकूल ढलने का एक शक्तिशाली और प्रभावी तरीक़ा भी हो सकता है। हालाँकि अधिकांश पर्यावरणीय कार्रवाइयों की कल्पना बहुत छोटे (व्यक्तिगत) या बहुत बड़े (देशों, सरकारों) पैमाने पर की जाती है, अक्सर समुदाय-आधारित दृष्टिकोण वैकल्पिक सांस्कृतिक मानदण्डों और पृथाओं का निर्माण करके समाज में दीर्घकालिक, प्रभावी बदलाव ला सकते हैं।

बाग़वानी की परिवर्तनकारी क्षमता पर विचार करते हुए, लेखिका रेबेका सोलनिट लिखती हैं : "बाग़वानी का अर्थ है जो बिखर गया है उसे फिर से बनाना : वह रिश्ता जिसमें आप उत्पादक और उपभोक्ता दोनों हैं, जिसमें आप सीधे पृथ्वी के ख़ज़ाने से लाभ प्राप्त करते हैं, जिसमें आप पूरी तरह से समझते हैं कि कोई चीज़ कैसे अस्तित्व में आई। हो सकता है पैमाने की दृष्टि से यह महत्त्वपूर्ण न हो, लेकिन भले ही यह शहर की सड़क के ऊपर एक खिड़की पर लगा जेरेनियम हो, यह अर्थ में महत्त्वपूर्ण हो सकता है।" पौधों को पारस्परिकता और लचीलेपन का शिक्षक बनने दें। उनसे बहुत कुछ सीखा जा सकता है।

मुख्य बिन्दु



- एक स्कूल परियोजना के रूप में खाद्य उद्यान विकसित करने से स्वाभाविक रूप से पोषण, खाद्य उत्पादन के अर्थशास्त्र, मौसम, पानी और स्थानीय भूगोल के बारे में सवाल उठाने और एक एकीकृत समझ विकसित करने का अवसर मिलता है।
- जिन स्कूलों के पास सीमित जगह है, वे इस तरह की परियोजना के लिए शहरी खेती (एक तरीक़ा जो भूमि की कमी वाले शहरों में भोजन उगाने की आवश्यकता को पूरा करने के लिए विकसित हुआ है) के सिद्धान्तों का सहारा ले सकते हैं।
- खाद्य उद्यान उगाने में विचार करने के लिए सबसे महत्त्वपूर्ण कारकों में से कुछ स्थान, धूप, गमले, बीज और पानी हैं।
- आश्चर्यजनक रूप से बड़ी मात्रा में भोजन साधारण संरचनाओं या जगहों, जैसे कि स्कूल की खिड़कियों या छत जैसी जगहों पर भी उगाया जा सकता है। इसके कुछ सबसे सम्भावित फ़ायदे और नुक़सान को ध्यान में रखते हुए, शुरुआत एक छोटी जगह से करना मददगार हो सकता है।

- सूर्य के प्रकाश की मात्रा, दिन भर में और विभिन्न मौसमों में इसका मार्ग आपके द्वारा चुने गए स्थान के आधार पर अलग-अलग हो सकता है। इन विविधताओं के लिए उपयुक्त पौधों का चयन करना और आवश्यकता पड़ने पर गमलों को इधर-उधर सरकाना सहायक हो सकता है।
- गमलों में हवा की आवाजाही और अतिरिक्त पानी की निकासी की गुंजाइश होनी चाहिए। इन्हें या तो ख़रीदा जा सकता है या आसानी से उपलब्ध सामग्रियों जैसे ग्रो बैग, जूट बैग, पुराने धातु के कंटेनर, रबर टायर, सादे कार्डबोर्ड बक्से या पुराने कपड़ों के बैग से बनाया जा सकता है।
- पौधों को उगाने के लिए मिट्टी ढीली-ढाली, उपजाऊ, उदासीन पीएच वाली और अच्छी जलधारण क्षमता वाली होनी चाहिए। रसोई की खाद, अमृत-मिट्टी, बायोचार, हरी खाद, गीली घास और प्राकृतिक उर्वरक जैसे पोषक तत्वों से भरपूर मिट्टी के जैविक पदार्थ (एसओएम) डालकर इसकी उर्वरता में सुधार किया जा सकता है।
- एक ही पौधे की विभिन्न क़िस्मों या एक-दूसरे के पूरक पौधों की विभिन्न प्रजातियों के स्थानीय जैविक खुले-परागित बीजों का उपयोग करने से स्थानीय जैव विविधता का पोषण करने में मदद मिल सकती है। पौधों की विशिष्ट बीज-बचत विधियों का उपयोग यह सुनिश्चित करने में मदद कर सकता है कि परिपक्व फलों का उपयोग अगले बुवाई के मौसम के लिए बीज बचाने के लिए किया जा सकता है।
- खाद्य उद्यान में प्रत्येक पौधे के लिए पानी की सही मात्रा निर्धारित करने के लिए मिट्टी की नमी का सावधानीपूर्वक निरीक्षण करने की आवश्यकता होती है। यह स्व-सिंचाई प्रणाली (जैसे ड्रिप सिंचाई) और जल-बचत प्रणाली (जैसे वर्षा जल संचयन और गन्दे पानी का पुनर्चक्रण) का पता लगाने में सहायक हो सकता है।
- खाद्य खेती, यहाँ तक कि छोटे पैमाने पर भी, हवा, मिट्टी, पानी, सूरज, पौधे और अन्य प्राणियों के बीच सम्बन्ध हमारे जीवन को कैसे पोषित करते हैं, इसे समझने का एक मूर्त तरीक़ा प्रदान कर सकता है। यह बदलती जलवायु के अनुकूल ढलने का एक शक्तिशाली और प्रभावी तरीक़ा भी हो सकता है।

Note: Source of the image used in the background of the article title: Growing Food. URL: https://pxhere.com/en/photo/1365895. License: Public Domain.

References:

1. Dutta D (2023). Nurturing spaces for wild ideas. Teacher Plus. April. URL: https://www.teacherplus.org/nurturing-spaces-for-wild-ideas/.
2. Dutta D & Hazra A (2023). Cultivating Hope: Food growing possibilities in Indian cities. TESF India, IIHS. URL: https://tesfindia.iihs.co.in/06_there-is-a-bee-in-my-balcony/.
3. Dutta D (2019) Pedagogy of 'dirty' hands: reflections from an urban terrace farm. i wonder.... pp. 72-81. ISSN 2582-1636. URL: https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/2106/.
4. Hoidal N (2015). What's in a seed? The critical role of seed politics in the food sovereignty movement. Sustainable Food Trust. URL: https://sustainablefoodtrust.org/news-views/food-sovereignty-seed/.
5. Ladner P (2011). The urban food revolution: Changing the way we feed cities. New Society Publishers.
6. Tracey D (2011). Urban agriculture: ideas and designs for the new food revolution. New Society Publishers.
7. Alvares C (2009). Organic Farming Source Book. Other India Press. URL: https://www.twn.my/title2/books/organic.farming.sourcebook.htm.

Other resources:

1. Sources for conducting farming projects in schools: The Edible Schoolyard Project. URL: https://edibleschoolyard.org/.
2. Bookstore for reading on various environment-related topics, especially in the Indian context: Earthcare Books. URL: http://earthcarebooks.com/.
3. Network of organic farmers in India: Organic Farming Association of India. URL: http://ofai.org/.

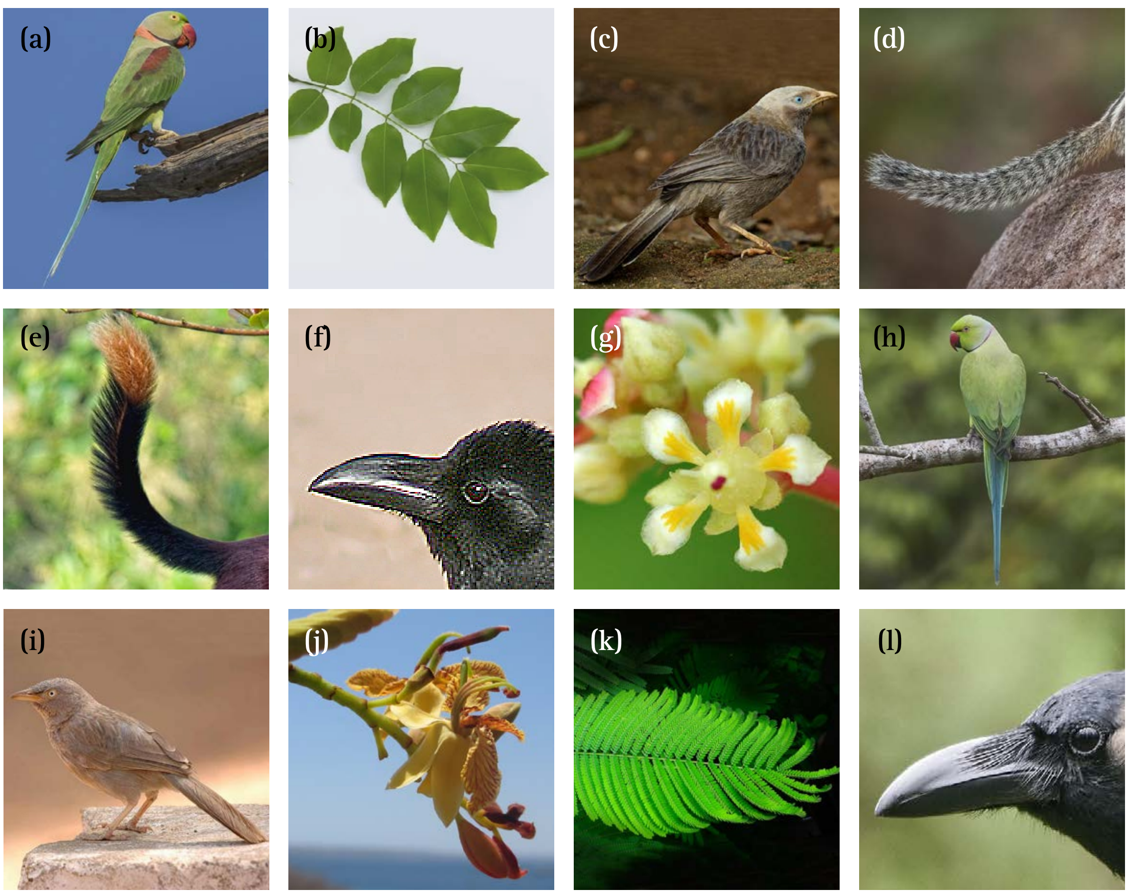
डेबोराह दत्ता एक शिक्षिका और शोधकर्ता हैं। उन्होंने होमी भाभा सेंटर फ़ॉर साइंस एजुकेशन (HBCSE), मुम्बई से पीएचडी की है। डेबोराह शैक्षिक प्रक्रियाओं, टिकाऊ तरीक़ों और सामाजिक-तकनीकी प्रणालियों के बीच परस्पर क्रियाओं में गहरी दिलचस्पी रखती हैं।

अनुवाद : निशान्त राणा **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

कृष्णन के पात्र

चित्रा रवि

एम. कृष्णन के लेख 'असहिष्णुता के स्वर' में हम उनके कुछ सबसे दिलचस्प पड़ोसियों से मिलते हैं। उनके लेखन ने उनके पड़ोसियों को जीवन्त कर दिया है। कुछ वैसे ही जैसे उन्होंने अपने आप को थोड़ा (या बहुत ज़्यादा) हमारी कल्पनाओं में और इस पृष्ठ पर छोड़ दिया हो। क्या आप पहचान सकते हैं कि इनमें से कौन-कौन उनके पात्रों या कलाकारों से सम्बन्धित है?



टिप्पणियाँ :

1. एम. कृष्णन के 'असहिष्णुता के स्वर' शीर्षक लेख को पढ़ने के लिए इस अंक के पृष्ठ-21 पर जाएँ।
2. एम. कृष्णन के बारे में अधिक पढ़ने के लिए, पृष्ठ-4 पर वरुण शर्मा द्वारा प्रस्तुत उनकी जीवनी 'प्रकृति का भावुक और सूक्ष्म क्रॉनिकलर' देखें।
3. यदि आपने इसे पूरा कर लिया है और अपने उत्तरों की जाँच करना चाहते हैं, तो कृपया पृष्ठ-54 पर जाएँ।
4. इस लेख की पृष्ठभूमि में उपयोग किए गए चित्र का स्रोत : Jigsaw pieces. Credits : Wounds_and_Cracks, Pixabay. URL : https:// pixabay.com/photos/puzzle-piece-tile-jig-jigsaw-game-3306859/. License: CC0.

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।
अनुवाद : जितेन्द्र 'जीत'



ऑक्सीजन की खोज

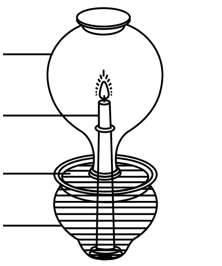
विजय कुमार उपाध्याय

यह पृथ्वी पर जीवन के लिए आवश्यक है। यह पृथ्वी की भूपर्पटी पर सबसे प्रचुर मात्रा में पाया जाने वाला तत्व है और पृथ्वी के वातावरण में पाया जाने वाला दूसरा सबसे प्रचुर तत्व है। यह ज्वलन और श्वसन दोनों के लिए आवश्यक है। इसकी खोज कैसे हुई? सबसे पहले कब इसे एक रासायनिक तत्व के रूप में पहचाना गया था? इसका नाम कैसे पड़ा?

वायु और दहन के बीच सम्बन्ध को जानने के लिए सबसे पहले ज्ञात प्रयोगों में से एक प्रयोग फिलो (Philo) नामक यूनानी (Greek) भौतिक विज्ञानी, इंजीनियर और लेखक ने किया था। 280 ईसापूर्व में जन्मे फिलो बायज़ेंटियम (इस्ताम्बुल का प्राचीन नाम) के रहने वाले थे। उन्होंने अवलोकन किया कि पानी से भरे एक बर्तन में जलती हुई मोमबत्ती पर उलटे किए बर्तन से ढँकने के कुछ सेकंड बाद, मोमबत्ती की लौ बुझ जाती है और उलटे रखे बर्तन में पानी नाटकीय रूप से ऊपर चढ़ जाता है (**देखें चित्र-1**)। उन्होंने इस प्रयोग का विस्तृत विवरण 'न्यूमैटिका' (Pneumatica) नामक ग्रन्थ में किया। फिलो का अनुमान था कि काँच के बर्तन में आंशिक निर्वात (vacuum) के कारण पानी ऊपर चढ़ गया। उस समय आग को एक तत्व माना जाता था। फिलो ने अनुमान लगाया कि निर्वात का कारण काँच के बर्तन से इस 'तत्व' की कुछ मात्रा प्रकाश (अग्नि तत्व) के रूप में परिवर्तित होकर खो जाना है। फिलो का यह अनुमान ग़लत था।

16वीं शताब्दी के आरम्भ में इतालवी पॉलीमैथ लियोनार्डो-दा-विंची ने यह प्रयोग दोहराया और निष्कर्ष निकाला कि उलटे बर्तन में फँसी कुछ हवा का इस्तेमाल जलती हुई मोमबत्ती द्वारा जलने के लिए किया गया था।

1659 में, आयरिश वैज्ञानिक और आविष्कारक रॉबर्ट बॉयल और बरतानिया पॉलीमैथ रॉबर्ट हुक (उस समय बॉयल के सहायक के रूप में काम कर रहे थे) ने एक कुशल निर्वात पम्प विकसित किया (**देखें चित्र-2**)। जब उन्होंने इसका इस्तेमाल जलती हुई मोमबत्ती के ऊपर उलटे रखे जार

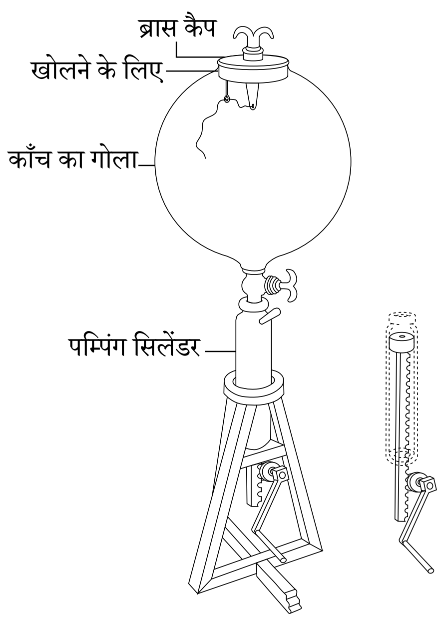


चित्र-1: फिलो का दहन पर प्रयोग। फिलो ने एक चौड़े मुँह वाले उथले धातु के बर्तन के तली पर जानवर की चर्बी से बनी एक लम्बी मोमबत्ती लगाई। धातु के बर्तन में पानी भरा और मोमबत्ती की बत्ती जलाई। जब मोमबत्ती जल रही थी, तो उन्होंने एक संकीर्ण मुँह और लम्बी गर्दन वाले काँच के बर्तन को इस तरह उलटा किया कि उसका मुँह धातु के बर्तन में पानी को छू जाए।

Credits: Wilhelm Schmidt from Pneumatics of Hero of Alexandria, Wikimedia Commons. License: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Philos_experiment_of_the_burning_candle.PNG. License: Public Domain.

से सारी हवा बाहर निकालने के लिए किया तो मोमबत्ती बुझ गई। ऐसा तब भी हुआ जब मोमबत्ती की जगह दहकते हुए कोयले के अंगारे को रखा। हालाँकि, जब अंगारा गर्म था तब अगर वे जार में कुछ हवा डाल देते तो वो फिर से दहकने लगता था। इन अवलोकनों के आधार पर बॉयल और हुक ने निष्कर्ष निकाला कि ज्वलन के लिए हवा की उपस्थिति आवश्यक है।

उनके काम को आगे बढ़ाते हुए बरतानिया रसायनविद जॉन मेयोव ने इसके दो प्रयोग किए। एक प्रयोग में उन्होंने जलती हुई मोमबत्ती के साथ फिलो के प्रयोग को दोहराया, दूसरे प्रयोग में उन्होंने जलती हुई मोमबत्ती की जगह पर चूहे को रखा। मेयोव ने पाया कि कुछ समय बाद पहले प्रयोग में मोमबत्ती बुझ गई और दूसरे में चूहा मर गया। उन्होंने यह भी पाया कि दोनों उलटे जार में हवा का एक हिस्सा पानी द्वारा विस्थापित कर दिया गया था। मेयोव ने हवा के इस हिस्से को *स्पिरिटस नाइट्रोएरियस* (या सिर्फ़ नाइट्रोएरियस) नाम दिया और निष्कर्ष निकाला कि यह हिस्सा दहन और श्वसन दोनों के लिए आवश्यक होता है। उन्होंने इन प्रयोगों और अवलोकनों का वर्णन 1674 में प्रकाशित अपनी किताब *'ट्रैक्टेटस क्वीनक मेडिको-फिज़िसी'* (या फाइव मेडिको-फिजिकल ट्रीटीजेस) में किया था। एक अन्य प्रयोग में मेयोव ने देखा कि एंटीमनी को गर्म करने पर उसका वज़न बढ़ जाता है। इससे उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि *नाइट्रोएरियस* अवश्य ही एंटीमनी से जुड़ गया होगा। उन्होंने यह भी परिकल्पना की कि हमारे फेफड़े हवा से *नाइट्रोएरियस* को अलग कर लेते हैं; इसे वे हमारे रक्त में भेज देते हैं, वहाँ यह कुछ पदार्थों के साथ प्रतिक्रिया करके ऊर्जा उत्पन्न करता है जो मांसपेशियों की गतिविधि में ख़र्च होती है। मेयोव के विचारों के साथ-साथ उनके प्रयोगों का विस्तृत विवरण 1668 में *दी रेसपिरेशन* नामक पुस्तक में प्रकाशित हुआ था।

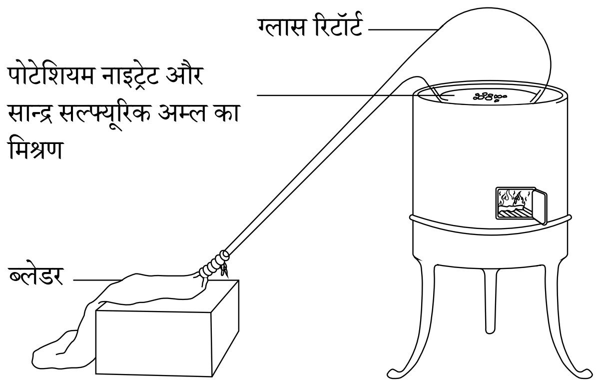


चित्र-2 : हुक-बॉयल एयर पम्प की प्रतिकृति। रॉबर्ट हुक की मदद से रॉबर्ट बॉयल द्वारा निर्मित इस हवा पम्प या निर्वात कक्ष में एक खोखला काँच का गोला और एक पीतल का पम्पिंग सिलेंडर था। सामग्री को ऊपर स्थित छिद्र से काँच के गोले में डाला जा सकता था और इसे पीतल की टोंटी से सील किया जा सकता था। यह पम्प बन्द या संवृत तंत्र में ज्वलन और श्वसन पर प्रयोग करने के लिए उपयोगी था।

Credits: Kinkreet, Wikimedia Commons. License: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Repllca_of_the_Hooke-Boyle_Air_Pump.jpg. License: CC-BY-SA.

17वीं और 18वीं शताब्दी के दौरान, कई वैज्ञानिकों ने मेयोव के *नाइट्रोएरियस* को पृथक करने की कोशिश की। इसमें रॉबर्ट हुक, डेनिश चिकित्सक ओल बौर्च, रूसी वैज्ञानिक मिखाइल लोमोनोसोव और फ्रांसीसी रयासनज्ञ पियरे बायन शामिल थे। हालाँकि, इनमें से किसी ने भी *नाइट्रोएरियस* को एक रासायनिक तत्व के रूप में नहीं पहचाना था। ऐसा इसलिए हुआ होगा क्योंकि उस समय फ्लॉजिस्टन सिद्धान्त ज्वलन और जंग के लिए काफ़ी प्रचलित था। यह सिद्धान्त पहली बार 1677 में जर्मन किमियागर जोहान बेकर (Johann Becher) द्वारा प्रतिपादित किया गया था और 1731 में जर्मन रसायनज्ञ जार्ज अर्न्स्ट स्टाल (Georg Ernst Stahl) द्वारा इसमें कुछ संशोधन किए गए थे। इस सिद्धान्त के अनुसार सभी ज्वलनशील पदार्थ दो घटकों से बने होते हैं — इनमें से पहला घटक (जिसे फ्लॉजिस्टन कहा जाता था) पदार्थ के जलने पर निकल जाता है, जबकि दूसरा घटक, जिसे पदार्थ का वास्तविक रूप माना जाता था, राख (जिसे कैल्क्स कहा जाता था) के रूप में रह जाता था। इसका तात्पर्य यह था कि ज्वलनशील पदार्थ (जैसे कोयला और लकड़ी) मुख्य रूप से फ्लॉजिस्टन से निर्मित होते हैं, जबकि अज्वलनशील पदार्थ (जैसे लोहा आदि, जिनमें जंग लगने का ख़तरा होता है) में फ्लॉजिस्टन की मात्रा नगण्य होती है। अजीब बात थी कि फ्लॉजिस्टन सिद्धान्त में दहन में हवा की कोई भूमिका नहीं मानी जाती थी।

मेयोव की *नाइट्रोएरियस* को सबसे पहले स्वीडिश फार्मासिस्ट कार्ल विल्हेल्म शीले (Carl Wilhelm Scheele) ने पृथक किया था। 1770-1773 के बीच, शीले ने पारा, चाँदी और सोने के ऑक्साइडों को गर्म करके प्रयोग किए। उनका अवलोकन था कि सामान्यत: मिलने वाली हवा की तुलना में इन प्रयोगों में निकली गैस बेहतर दहन और श्वसन दोनों करने में मदद करती थी (**देखें चित्र-3**)। उन्होंने इस गैस के लिए फ्यूरलुफ्ट या फायर-हवा शब्द का प्रयोग किया क्योंकि



चित्र-3 : ऑक्सीजन उत्पादन के लिए शीले का उपकरण। अपने एक प्रयोग में शीले ने काँच के आसवन उपकरण, जिसे रिटॉर्ट कहा जाता है, में पोटेशियम नाइट्रेट और सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल का मिश्रण रखा। गर्म करने पर इस मिश्रण से रंगहीन और गन्धहीन गैस निकलती थी, जो रिटार्ट के मुँह से बँधे ब्लेडर में एकत्र हो जाती थी।

तब यह एकमात्र ज्ञात पदार्थ था जो दहन में सहायक था। दस्तावेज़ों से पता चलता है कि शीले ने यह ऐतिहासिक खोज जून 1771 में की थी। हालाँकि, उन्होंने इस खोज का विस्तृत विवरण अपने प्रकाशक को 1776 में ही भेजा था। यह 1777 में शीले की एकमात्र पुस्तक *Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer* (या *केमिकल ट्रीटाइज़ ऑन एयर एंड फायर*) में प्रकाशित हुआ था।

इस बीच, मेयोव की *नाइट्रोएरियस* को एक अन्य वैज्ञानिक द्वारा अलग कर लिया गया था। 1 अगस्त 1774 को, एक बरतानिया पादरी जोसेफ़ प्रीस्टले (Joseph Priestley) ने एक अवलोकन किया। उन्होंने पारे से बन्द की गई एक उलटी काँच की नली में रखी लाल रंग की मर्क्यूरिक ऑक्साइड की ढेली पर जब आवर्धक लेंस की मदद से सूर्य की किरणों को केन्द्रित किया तो एक गैस निकली। अध्ययन करने पर प्रीस्टले ने पाया कि यह गैस पानी में घुलती नहीं थी। इस गैस की उपस्थिति में मोमबत्ती की लौ आम हवा की तुलना में अधिक तेज़ी से जलती थी और एक चूहा हवा की समान मात्रा की तुलना में सामान्य से चार गुना अधिक समय तक जीवित रहा। प्रीस्टले ने स्वयं इस गैस को साँस द्वारा ग्रहण किया और कुछ समय तक अपनी छाती में हल्कापन महसूस किया। फ्लॉजिस्टन सिद्धान्त में दृढ़ विश्वास रखने वाले प्रीस्टले ने अनुमान लगाया कि हवा में दो घटक होते हैं डी-फ्लॉजिस्टिकेटेड एयर (जिसे अब ऑक्सीजन के रूप में जाना जाता है) और फ्लॉजिस्टिकेटेड एयर (जिसे अब नाइट्रोजन के रूप में जाना जाता है)। उनके अनुसार, डीफ्लॉजिस्टिकेटेड हवा में अपना स्वयं का फ्लॉजिस्टन बहुत कम या न के बराबर होता है और यह ज्वलनशील पदार्थों से फ्लॉजिस्टन को आसानी से अवशोषित कर सकता है। यही कारण था कि इस घटक की उपस्थिति में ऐसे पदार्थ अधिक चमक के साथ जलने लगते थे। प्रीस्टले ने अपने शोध पत्र *एन अकाउंट ऑफ़ फर्दर डिस्कवरीज़ इन एयर* में इस खोज का विवरण प्रस्तुत किया। पहली बार यह पर्चा 1775 में प्रकाशित हुआ इसके बाद इस पर्चे को प्रीस्टले की छह खण्डों की पुस्तक *एक्सपेरिमेंट्स एंड ऑब्ज़र्वेशन्स ऑन डिफरेंट काइंड्स ऑफ़ एयर* में शामिल किया गया। चूँकि प्रीस्टले की खोज के निष्कर्ष सबसे पहले प्रकाशित हुए थे, इसलिए ऑक्सीजन की खोज का श्रेय उन्हें दिया जाता है।

प्रसिद्ध फ्रांसीसी रसायनविद एंतोन लेवोज़िए (Antoine Lavoisier) ने भी स्वतंत्र रूप से हवा के इस घटक को अलग करने का दावा किया था। उनके इस दावे को अविश्वास का सामना करना पड़ा। जो अकारण नहीं था। लेवोज़िए कम-चर्चित वैज्ञानिकों के काम का श्रेय लेने के लिए ख्यात थे। इस मामले में, शीले ने 30 सितम्बर 1774 को लेवोज़िए को एक पत्र लिखा था, जिसमें उन्होंने अपनी खोज का वर्णन किया था। लेवोज़िए ने शीले से कोई भी पत्र प्राप्त होने से इन्कार किया। माना गया था कि यह पत्र ग़ायब हो गया था, पर 1890 में फ्रांसीसी रसायनज्ञ एडौर्ड ग्रिमॉक्स को यह फ्रेंच ऐकेडमी डेस साइंसेस के अभिलेखागार में मिल गया था। इसी तरह, यह ज्ञात था कि प्रीस्टले अक्तूबर 1774 में लेवोज़िए से मिलने गए थे। यह प्रीस्टले द्वारा अपनी खोज प्रकाशित करने के ठीक पहले की बात थी। इस मुलाक़ात के दौरान प्रीस्टले ने अपने प्रयोगों और हवा के इस नए पृथक घटक तथा इसके बारे में निष्कर्ष लेवोज़िए के साथ साझा किए थे।

हालाँकि लेवोज़िए के दावे की वैधता अभी भी विवादित है, लेकिन यह सही है कि वे ऑक्सीकरण पर सटीक मात्रात्मक प्रयोग करने के साथ-साथ उसके सही और पर्याप्त स्पष्टीकरण देने वाले पहले व्यक्ति थे। यह विशेष रूप से महत्त्वपूर्ण था क्योंकि शीले और प्रीस्टले दोनों ने ग़लत फ्लॉजिस्टन सिद्धान्त के प्रकाश में अपने निष्कर्षों की व्याख्या की थी। लेवोज़िए ने इस सिद्धान्त को बकवास बताते हुए ख़ारिज कर दिया और सुझाव दिया कि शीले और प्रीस्टले द्वारा पृथक किया गया घटक एक अद्वितीय रासायनिक तत्व था। उन्होंने 1777 में *सुर ला कम्बस्चन एन जेनरल (Sur la combustion en general)* (या दहन सम्बन्धी सामान्य विचार) नामक पुस्तक में ज्वलन पर अपने विभिन्न प्रयोगों के विस्तृत विवरण के साथ इन विचारों को साझा किया। प्रीस्टले की तरह, उन्होंने सुझाव दिया कि सामान्य हवा दो घटकों का मिश्रण है। प्रीस्टले के विपरीत, उन्होंने सुझाव दिया कि इनमें से प्रत्येक घटक रासायनिक तत्व हैं। जो तत्व दहन और श्वसन के लिए आवश्यक था उसे उन्होंने नाम दिया 'वायटल एयर' (प्रीस्टले की डी-

फ्लॉजिस्टिकेटेड हवा) और दूसरे तत्व को एज़ोट (प्रीस्टले की फ्लॉजिस्टिकेटेड हवा) कहा। फिर, प्रीस्टले के विपरीत ही लेवोज़िए ने सही अनुमान लगाया कि ज्वलन के दौरान अतिआवश्यक हवा या वायटल एयर (vital air) धातुओं और अधातुओं के साथ अभिक्रिया करती है। उन्होंने यह भी देखा कि जली हुई सामग्री चाहे जो भी हो, उत्पाद हमेशा अभिकारक की तुलना में अधिक अम्लीय होता है। इस अवलोकन के आधार पर, लेवोज़िए ने यह ग़लत धारणा बना ली कि यह अतिआवश्यक हवा या वायटल एयर (vital air) सभी अम्लों का एक आवश्यक घटक है। इसने उन्हें 'अतिआवश्यक हवा या वायटल एयर' शब्द को 'ऑक्सीजन' शब्द से गढ़ने के लिए प्रेरित किया (जो दो ग्रीक शब्दों से लिया गया था: 'ऑक्सी' का अर्थ 'तीखा' जैसे एसिड का स्वाद और 'जीन' का अर्थ जो बनाता या पैदा करता हो)।

ऑक्सीजन शब्द गढ़े जाने के लगभग 35 साल बाद बरतानिया रसायनविद हम्फ्री डेवी ने दिखाया कि लेवोज़िए से ग़लती हुई थी। यह ऑक्सीजन नहीं, बल्कि हाइड्रोजन है जो सभी अम्लों का एक आवश्यक घटक है। हालाँकि, उस समय तक ऑक्सीजन शब्द को व्यापक रूप से उपयोग और स्वीकार किया जाने लगा था। यह आंशिक रूप से द *बोटेनिक गार्डन* नामक पुस्तक की लोकप्रियता के कारण था। इस पुस्तक की एक कविता में इस गैस की प्रशंसा के लिए यह शब्द इस्तेमाल किया गया था। 1791 में प्रकाशित यह पुस्तक चार्ल्स डार्विन के दादा बरतानिया चिकित्सक इरास्मस डार्विन (Erasmus Darwin) द्वारा लिखी गई थी। यह वह नाम भी था जिसे विरोध के बावजूद अँग्रेज़ी शब्दकोष में शामिल किया गया था। कई बरतानिया वैज्ञानिकों का मानना था कि यह अनुचित है कि एक फ्रांसीसी वैज्ञानिक को उस गैस का नाम बताने की अनुमति दी गई जिसे सबसे पहले एक बरतानिया वैज्ञानिक (प्रीस्टले) ने खोजा था। जैसा कि हम सभी जानते हैं कि आज भी इस गैस को ऑक्सीजन नाम से ही जाना जाता है।

मुख्य बिन्दु



- कई आरम्भिक प्रयोगों से पता चला कि दहन और श्वसन के लिए हवा की आवश्यकता होती है।
- दो वैज्ञानिकों - कार्ल शीले और जोसेफ प्रीस्टले - ने स्वतंत्र रूप से हवा के वे घटक अलग किए जो दहन और श्वसन का समर्थन करते थे।
- एंटोनी लेवोज़िए ने सबसे पहले यह पहचाना कि हवा का यह घटक एक रासायनिक तत्व है। उन्होंने ही इसे सम्बोधित करने के लिए ऑक्सीजन नाम भी दिया था।

Notes:

1. This article was first published in Srote, May 2014, pg. 10-12. This version includes some modifications. URL: https://www.eklavya.in/magazine-activity/srote-magazine/370-srote-2014/srote-may-2014.
2. Source of the image used in the background of the article title: Solar particles colliding with oxygen gas to produce a Green Aurora Borealis display. Credits: Tobias Bjørkli. URL: https://www.pexels.com/photo/aurora-borealis-at-night-1663376/. License: CC0.

विजय कुमार उपाध्याय बिहार के भागलपुर कॉलेज ऑफ़ इंजीनियरिंग से भूविज्ञान के सेवानिवृत्त प्रोफ़ेसर हैं।

अनुवाद : अफ़साना पठान **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



कृष्णन के पात्रों से परिचय

चित्रा रवि

एम. कृष्णन के लेख 'असहिष्णुता के स्वर' में हम उनके कुछ सबसे दिलचस्प पड़ोसियों से मिलते हैं।

हम उनके पात्रों की एक झलक उनके लेख के एक अन्य अंश - 'कृष्णन के पात्र' में देखते हैं। इसमें 'कृष्णन के पात्र' हैं (b) कैसिया (Cassia) के पत्ते; (c) पीली चोंच वाला बैबलर (Yellow-billed babbler), जिसे कृष्णन सफ़ेद सिर वाला बैबलर कहते हैं; (d) पाम गिलहरी की पूँछ (Palm squirrel tail); (g) आम का बौर (फूल) (Mango flower); (h) लाल चोंच वाले तोते (पैराकीट, Rose-ringed parakeet); और (l) घरेलू कौवे (house crow) की चोंच और सिर।

सोचने के लिए कुछ प्रश्न :

प्रश्न 1 : कृष्णन के कौन-से पड़ोसी आपके भी पड़ोसी हैं? आप इनमें से कितनों को पहचान पाए?

प्रश्न 2 : कृष्णन के किन पड़ोसियों को आप नहीं पहचान पाए? और क्यों?

प्रश्न 3 : आपने देखा होगा कि 'कृष्णन के पात्र/ लेख में कृष्णन के हर एक पड़ोसी से मिलता-जुलता भ्रामक चित्र दिया गया है। ये अन्य (या सम्बन्धित) पौधे और पक्षी आपके पड़ोसी हो सकते हैं या नहीं भी हो सकते हैं, लेकिन किसी तरह से कृष्णन के पड़ोसियों से सम्बन्धित हैं। क्या आप उनमें से किसी को पहचानते हैं? क्या आपने उनमें से किसी को अपने पड़ोस में देखा है?

प्रश्न 4 : कृष्णन ने अपनी कहानी में एक बड़े उल्लू, एक बाज और एक नारियल के पेड़ का भी उल्लेख किया है। घटना में वे पहले दो के होने के बारे में अटकल लगाते हैं, लेकिन निकलता कोई तीसरा है। यदि आपको पहेली में नारियल के पेड़ की एक विशेषता जोड़ने के लिए कहा जाता तो आप किस विशेषता को जोड़ते और क्यों? और उससे मिलते-जुलते भ्रामक चित्र के लिए किसे चुनेंगे?

प्रश्न 5 : कृष्णन हमसे अपने पड़ोस में पौधों और जानवरों को अधिक बारीक़ी से देखने का आग्रह करते हैं - न केवल उनकी शारीरिक विशेषताओं पर बल्कि इस पर भी कि वे कैसे व्यवहार करते हैं और उनकी भावनात्मक स्थितियाँ क्या हैं। क्या आपने अपने पड़ोस में कभी इसी तरह का प्रदर्शन देखा है? कौन भटककर आया था? आपने किन जानवरों को विरोध करते देखा? घुसपैठिए की उपस्थिति को बताने के लिए उन्होंने किन संकेतों का (उदाहरण के लिए, उन्होंने क्या ध्वनियाँ निकाली) उपयोग किया? आपको क्या लगता है कि वे किन्हें बता रहे थे और क्यों? कृष्णन ने जो प्रदर्शन देखा उससे यह प्रदर्शन कितना अलग था (उदाहरण के लिए, पात्रों या चरित्र और प्रदर्शन में उनकी भूमिकाएँ)? क्या आपने इस प्रदर्शन में किसी भी भाव को महसूस किया?



नारियल के पेड़ की कौन-सी विशेषता आप चुनेंगे?

Credits: Coconut palms, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/palm-trees-coconut-trees-tropical-3058728/. License: CC0.

टिप्पणियाँ :

1. एम. कृष्णन के 'असहिष्णुता के स्वर' शीर्षक लेख को पढ़ने के लिए इस अंक के पृष्ठ-21 पर जाएँ।
2. 'कृष्णन के पात्र' लेख को फिर से देखने के लिए पृष्ठ-49 पर जाएँ।
3. एम. कृष्णन के बारे में अधिक पढ़ने के लिए पृष्ठ-4 पर वरुण शर्मा द्वारा प्रस्तुत उनकी जीवनी 'प्रकृति का भावुक और सूक्ष्म क्रॉनिकलर' देखें।
4. Source of the image used in the background of the article title: Jigsaw pieces. Credits: Wounds_and_Cracks, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/puzzle-piece-tile-jig-jigsaw-game-3306859/. License: CC0.
5. Sources of the images used in the visual puzzle in the Snippet 'Krishnan's Cast':

- Alexandrine parakeet. Credits: Charlesjsharp from Sharp Photography, sharpphotography.co.uk, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alexandrine_parakeet_(Psittacula_eupatria_eupatria)_male.jpg. License: CC-BY-SA.
- *Cassia fistula leaves*. Credits: bowonpat, freepik. URL: https://www.freepik.com/premium-photo/golden-shower-cassia-fistula-flower-leaves-white-background_25922640.htm.
- Yellow-billed babbler. Credits: Dharani Prakash, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yellow-billed_Babbler_(Turdoides_affinis)_by_Dharani_Prakash.jpg. License: CC-BY-SA.
- Palm squirrel tail. Credits: Hari K Patibanda. URL: https://www.flickr.com/photos/krishnacolor/51400366812/. License: CC-BY.
- Malabar giant squirrel tail. Credits: Brian Scott. URL: https://www.flickr.com/photos/brianscottgb/49552998332/. License: CC-BY-ND.
- Indian jungle crow beak. Credits: J. M. Garg, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Indian_Jungle_Crow_I3-Bharatpur_IMG_8466.jpg. License: CC-BY-SA.
- Mango flower. Credits: mr_tentacle. URL: https://www.flickr.com/photos/mr_tentacle/212641723/. License: CC-BY-NC-ND.
- Rose-ringed parakeet. Credits: Charlesjsharp from Sharp Photography, sharpphotography.co.uk, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rose-ringed_parakeet_(Psittacula_krameri_manillensis).jpg. License: CC-BY-SA.
- Jungle babbler. Credits: Fitindia, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jungle_babbler_2.jpg. License: CC-BY-SA.
- Tamarind flowers. Credits: Ton Rulkens from Mozambique, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tamarind_flowers.jpg. License: CC-BY-SA.
- *Delonix regia* leaves. Credits: Yash raina, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gulmohar_%28Delonix_regia%29_leaves.jpg. License: CC-BY-SA.
- House crow beak. Credits: Timothy A. Gonsalves, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:House_Crow_Sandynullah_Ooty_Aug21_D72_20420.jpg. License: CC-BY-SA.

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : जितेन्द्र 'जीत' **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



अश्वनाल केकड़े और समानुभूति

चार्ल्स एडज़ेंस्टीन

क्या वर्तमान पारिस्थितिक संकट के एक या अनेक कारण हैं? समस्या-समाधान सम्बन्धी हमारे सामान्य दृष्टिकोण इस चुनौती को कैसे सम्बोधित करते हैं? इसे सम्बोधित करने में स्थानीय स्थलों के प्रति समानुभूति और उनका ख़्याल रखने की क्या भूमिका है?

"जब हम बच्चे थे तो वह मुहाना समुद्री शैवाल और ईल से भरा रहता था। यह सभी प्रकार के वन्य जीवन से भी भरा हुआ था। केकड़े, घोंघे, अश्वनाल केकड़े - ठीक वहाँ एक सीपियों की परत थी - एक बार उस तालाब में तैरते वक़्त मेरा सामना एक ईल से हुआ", स्टेला ने कहा।

स्टेला उस स्थान के बारे में बात कर रही थी जहाँ नैरो नदी अमरीका के रोड आइलैंड में नारगांसेट खाड़ी से मिलती है, जब वह बड़ी हो रही थी तो यह उसका एक नियमित ठिकाना था। यह एक सुन्दर जगह है और यदि मेरी पत्नी ने मुझे नहीं बताया होता तो मुझे पता ही नहीं चलता कि यह स्थान इतना जीवनविहीन हो गया है।

हम दोनों में से कोई भी यह नहीं जानता कि ईल क्यों लुप्त हो गईं। हमने एक दुःखद क्षण साझा किया और फिर स्टेला के मन में एक और स्मृति उभरी जो इसे किसी तरह स्पष्ट करती प्रतीत हो रही थी। वह और उसकी दोस्त बेवर्ली कभी-कभी सुबह समुद्र तट के उस हिस्से में जाती थीं, इस फेरी को वे 'बचाव अभियान' कहा करती थीं। रात में, कोई आता और रेत पर रेंगने वाले सभी अश्वनाल केकड़ों को पलट देता और उन्हें मरने के लिए असहाय छोड़ जाता। स्टेला और बेवर्ली उन्हें फिर से पलटकर सीधा कर देतीं। उसने कहा, "जो कोई भी यह कर रहा था, उसके पास ऐसा करने का कोई कारण नहीं था। यह एक संवेदनहीन हत्या थी।"

यह उस तरह की कहानी है जो मुझे यह महसूस कराती है मानो मैं ग़लत ग्रह पर पहुँच गया हूँ।

इस बार हमें कोई अश्वनाल केकड़ा नहीं दिखा। उनका दिखाई देना अब यहाँ एक दुर्लभ दृश्य है। मुझे नहीं पता कि ऐसा इसलिए है कि या तो लोगों ने उनमें से बहुत-से केकड़ों को मार डाला है या पारिस्थितिकी तंत्र के सामान्य ह्रास के कारण ऐसा हुआ है। या शायद यह अत्यधिक कीटनाशक, अत्यधिक कृषि, भूमि विकास, फार्मास्युटिकल अवशेष या विकास या जलवायु परिवर्तन फलस्वरूप वर्षा के



चित्र-1 : अश्वनाल केकड़ा कैसा दिखता है?
Credits: James St. John. URL: https://www.flickr.com/photos/jsjgeology/24605087516. License: CC-BY 2.0.

बदलते स्वरूप (पैटर्न) के कारण ऐसा हुआ है... हो सकता है कि अश्वनाल केकड़े इनमें से किसी एक के प्रति संवेदनशील रहे हों या हो सकता है कि वे जिन प्राणियों को खाते हैं वे इनके प्रति संवेदनशील रहे हों। या यह हो सकता है कि कोई सूक्ष्मजीव संवेदनशील रहा हो और सीप-घोंघो जैसे कवच धारी जीवों पर प्रजनन करता है जो समुद्री शैवाल (kelp) पर रहते हैं, जो अश्वनाल केकड़े का पोषण करने वाली खाद्य शृंखला में थोड़ी महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

मुझे पूरा यक़ीन है कि अश्वनाल केकड़ों और ईल के एक-एक करके मरने की वैज्ञानिक व्याख्या जो भी हो, असली कारण स्टेला द्वारा वर्णित बेतुकी हत्या ही है। मेरा अभिप्राय हत्या वाले भाग से नहीं, बल्कि संवेदनहीनता वाले भाग से है - हमारी संवेदना प्रणाली को लकवा लगना और हमारी समानुभूति का क्षीण होना।

किसी कारण तक पहुँचने की जल्दबाज़ी

केकड़े, समुद्री शैवाल और ईल सब लुप्त हो गए हैं। मन कारण की खोज करता है - समझने के लिए, दोष देने के लिए और फिर ठीक करने के लिए - लेकिन एक जटिल अरेखीय प्रणाली में कारणों को अलग करना अक्सर असम्भव होता है।

जटिल प्रणालियों की यह विशेषता समस्या-समाधान के लिए हमारी संस्कृति के सामान्य दृष्टिकोण से टकराती है, जिसमें सबसे पहले आता है कारण, अपराधी, रोगाणु, कीट, बुरे व्यक्ति, बीमारी, ग़लत विचार या ख़राब वैयक्तिक/ व्यक्तिगत गुणवत्ता की पहचान करना और फिर उस अपराधी पर हावी होना, उसे हराना या उसका विनाश करना। समस्या : अपराध; समाधान : अपराधियों को जेल में बन्द करना। समस्या : आतंकवादी कृत्य; समाधान : आतंकवादियों को मार डालना। समस्या : अप्रवासन; समाधान : अप्रवासियों को बाहर रखना। समस्या : लाइम रोग; समाधान : रोगज़नक़ की पहचान करना और उसे ख़त्म करने का तरीक़ा खोजना। समस्या : अज्ञानता; समाधान : शिक्षा। समस्या : जलवायु परिवर्तन; समाधान : कार्बन उत्सर्जन घटाना। समस्या : मोटापा; समाधान : कैलोरी का सेवन घटाना।

आप उपरोक्त उदाहरणों से देख सकते हैं कि कैसे न्यूनीकरणवादी सोच पूरे राजनीतिक परिदृश्य में व्याप्त है। जब कोई अनुमानित कारण स्पष्ट नहीं होता है तो हम असहज महसूस करने लगते हैं, फिर अक्सर 'कारण' के लिए कोई सुविधाजनक उम्मीदवार ढूँढ़ने की जल्दबाज़ी करते हैं और उसके विरुद्ध



चित्र-2 : ईल कैसी दिखती है?
Credits: James St. John. URL: https://www.flickr.com/photos/jsjgeology/52520155186/in/photostream/. License: CC-BY 2.0.

लड़ाई छेड़ देते हैं। शायद हम जिस चीज़ का सामना कर रहे होते हैं, वह है हमारे सामने आने वाले कई संकटों के कारण हमारी मूल समस्या समाधान रणनीति की ख़राबी, जो स्वयं गहरे वर्णनों पर निर्भर होती है, जिसे मैं 'पृथक्करण की कहानी' कहता हूँ। इस क्रम में एक यह विचार है कि प्रकृति हमारे बाहर मौजूद 'कुछ' है जो हमारे नियंत्रण के अधीन है और मानव प्रगति उस नियंत्रण के अन्तहीन विस्तार में निहित है।

मुहाना धीरे-धीरे ख़त्म हो जाने के बारे में जानकर मुझे स्वयं अपराधी को खोजने, नफ़रत करने के लिए किसी को खोजने और दोष देने के लिए किसी को खोजने की उत्तेजना महसूस हुई। काश हमारी समस्याओं का समाधान इतना आसान होता! यदि हम कारण के रूप में किसी एक चीज़ की पहचान कर सकें तो समाधान पर पहुँचना बहुत अधिक सुगम हो जाएगा। लेकिन जो आसान/ आरामदायक मालूम पड़ता है वह हमेशा सच नहीं होता। क्या होगा यदि कारण में हज़ारों परस्पर सम्बन्धित चीज़ें शामिल हों जो हम सभी की तरफ़ और हमारी जीवनशैली की तरफ़ इशारा करती हों? क्या होगा अगर यह इतना सर्वव्यापी हो और जीवन (जैसा कि हम इसे जानते हैं) के साथ इतना गुँथा हुआ हो कि जब हमें इसकी विशालता की झलक मिले तो हम नहीं समझ पाएँ कि क्या करना है?

विनम्र, शक्तिहीन अनभिज्ञता का वह क्षण, जहाँ होते आ रहे नुक़सान का दु:ख हमें दृढ़ता से प्रभावित करता है और हम सहज समाधान करने के प्रयास से बच नहीं सकते, एक शक्तिशाली और आवश्यक क्षण होता है। इसमें हमारे अन्दर इतनी गहराई तक पहुँचने की शक्ति होती है कि यह लम्बे समय से चले आ रहे हमारे देखने के तरीक़ों और प्रतिक्रिया के उन स्वरूपों को मिटा सकता है जिनकी जड़ें गहरी होती हैं। यह हमें नया दृष्टिकोण प्रदान करता है और यह डर के उस शिकंजे को ढीला करता है जो सामान्य स्थिति में हमें पकड़े रखता है। तैयार समाधान एक नशीले पदार्थ के समान होता है जो घाव को ठीक किए बिना दर्द से ध्यान हटा देता है।

आपने 'चलो इसके बारे में कुछ करें' में त्वरित राहत के मादक प्रभाव का अनुभव किया होगा। नि:सन्देह उन मामलों में जहाँ कारण और प्रभाव सरल हों और हम जानते हों कि वास्तव में क्या करना है, त्वरित राहत उचित है। यदि आपके पैर में फाँस चुभी है, उस फाँस को निकाल दीजिए। लेकिन अधिकांश स्थितियाँ उससे कहीं अधिक जटिल होती हैं, जिनमें इस ग्रह पर मौजूद पारिस्थितिक संकट भी शामिल है। ऐसे मामलों में, सबसे सुविधाजनक, सतही रूप से स्पष्ट दिखाई देने वाले कारण/ कारक घटना की ओर भागने की आदत हमें अधिक सार्थक प्रतिक्रिया/ जवाबी कार्रवाई से भटका देती है। यह हमें उसके अन्दर और उसके अन्दर और उसके अन्दर देखने से रोकती है।

उन अश्वनाल केकड़े पलटाने वालों की संवेदनाहीन क्रूरता के पीछे क्या है? लॉन रसायनों (बाग़-बग़ीचों में इस्तेमाल किए जाने वाले उर्वरक, कीटनीशी, खरपतवार वग़ैरह) के बड़े पैमाने पर उपयोग के पीछे क्या कारण है? विशाल उपनगरीय भवनों के पीछे क्या है? रासायनिक कृषि की व्यवस्था? तटीय जल में अत्यधिक मछली पकड़ना? हम अपनी सभ्यता की मूलभूत प्रणालियों, कहानियों और मनोविज्ञान तक जा पहुँचते हैं।

क्या मैं यह कह रहा हूँ कि कभी भी सीधी कार्रवाई ना करें क्योंकि, आख़िरकार, प्रणालीगत जड़ें इतनी गहरी हैं कि उनकी थाह नहीं पाई जा सकती? नहीं। अनभिज्ञता, उलझन और दु:ख हमें जहाँ ले जाता है वह एक ऐसी जगह होती है जहाँ हम एक साथ कई स्तरों पर कार्य कर सकते हैं, क्योंकि हम कारण के प्रत्येक आयाम को एक बड़ी तस्वीर के भीतर देखते हैं और हम आसान, झूठे समाधानों पर कूद नहीं पड़ते हैं।

समस्त कारणों की जननी

जब मैं मुहाना ख़त्म होने के कारणों के बारे में सवाल उठा रहा था तो आपके दिमाग़ में एक परिकल्पना कौंध गई होगी - जलवायु परिवर्तन, जो आज लगभग हर पर्यावरणीय समस्या के लिए ज़िम्मेदार मानी जाती है। 'अगर हम कारण के रूप में किसी एक चीज़ की पहचान कर सकें तो समाधान उतना ही अधिक सुलभ होगा।' उदाहरण के लिए, मैंने गूगल पर 'जलवायु परिवर्तन पर मृदा क्षरण का प्रभाव' खोजा तो परिणामों के पहले दो पृष्ठों में मेरी खोज के विपरीत परिणाम थे - मृदा क्षरण पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव।

जैव विविधता के सन्दर्भ में भी यही बात लागू होती है। इसमें कोई सन्देह नहीं है कि यह सच है कि जलवायु परिवर्तन सभी प्रकार की पर्यावरणीय समस्याएँ बढ़ाता है, लेकिन एक जटिल समस्या के लिए एकल कारण का नाम देने की जल्दबाज़ी से हमें बचना चाहिए। स्वरूप जाना-पहचाना है। क्या आपको लगता है कि 'जलवायु परिवर्तन के ख़िलाफ़ लड़ाई' जो एक दुश्मन, CO_2 की पहचान से शुरू होती है, 'आतंक के ख़िलाफ़ लड़ाई', 'ड्रग्स के ख़िलाफ़ लड़ाई' या 'ग़रीबी के ख़िलाफ़ लड़ाई' की तुलना में बेहतर परिणाम लाएगी?

अब मैं निश्चित रूप से यह नहीं कह रहा हूँ कि जीवाश्म ईंधन का उपयोग करना छोड़ देना एक 'आसान, ग़लत समाधान' है। हालाँकि, यह उतना व्यापक परिवर्तन प्रस्तुत नहीं करता जितना परिवर्तन यहाँ, वहाँ और हर जगह पारिस्थितिकी विनाश को रोकने के लिए आवश्यक है। अनुमानतः, हम औद्योगिक सभ्यता को विद्युत शक्ति प्रदान करने के लिए वैकल्पिक ईंधन स्रोत ढूँढ़कर कार्बन उत्सर्जन समाप्त कर सकते हैं। गहराई से जाँच करने पर यह अवास्तविक प्रतीत हो सकता है, लेकिन कम-से-कम यह कल्पना की जा सकती है कि हमारी जीवन शैली कमोबेश अपरिवर्तित बनी रह सकती है। पर पारिस्थितिकी तंत्र के विनाश के व्यापक विषय में ऐसा नहीं है,

जिसमें आधुनिक जीवन पद्धति का हर पहलू शामिल है - खदानें, पाषाण खदानें, कृषि, फार्मास्यूटिकल्स, सैन्य प्रौद्योगिकी, वैश्विक परिवहन, आवास...।

उसी प्रकार, जलवायु परिवर्तन पर अविश्वसनीयता की घटना मानवजनित ग्लोबल वार्मिंग पर पूरी तरह से अविश्वास की सम्भावना को प्रमाणित करती है, क्योंकि इसके लिए आवश्यक है कि हम कई घटनाओं को एक ही सिद्धान्त में एकीकृत करें जो वैज्ञानिकों के प्रमाण पर निर्भर करता है। नैरो नदी का मुहाना या आपके बचपन के नष्ट हुए स्थानों में से किसी एक के साथ कुछ हुआ है, यह विश्वास करने के लिए ऐसी किसी आस्था की आवश्यकता नहीं है। यह निर्विवाद है और चाहे हम किसी चीज़ पर विश्वास करें या न करें, इसमें हमारे अन्दर गहराई तक प्रवेश करने की शक्ति है।

ऐसा प्रतीत हो सकता है कि मैं जलवायु परिवर्तन की कीमत पर स्थानीय पर्यावरणीय मुद्दों पर पुनः ध्यान केन्द्रित करने की वकालत कर रहा हूँ, लेकिन यह एक ग़लत और ख़तरनाक विभेद है। जैसा कि मैंने जलवायु परिवर्तन पर शोध किया है, यह तेज़ी-से स्पष्ट होता जा रहा है कि जलवायु परिवर्तन में जंगलों की कटाई, औद्योगिक कृषि, आर्द्रभूमि विनाश, जैव विविधता की क्षति, अत्यधिक मछली पकड़ने और भूमि और समुद्र के प्रति अन्य अनुचित व्यवहार का योगदान अधिकांश वैज्ञानिकों के अनुमान से कहीं अधिक रहा है। इसी तरह, जलवायु नियंत्रित करने और कार्बन अवशोषित करने के लिए अक्षुण्ण पारिस्थितिक तंत्र की क्षमता जितनी आँकी गई थी उससे कहीं अधिक है। इसका अर्थ यह है कि भले ही हम कार्बन उत्सर्जन में कटौती करके उसे शून्य स्तर पर ले आएँ, लेकिन हम हर जगह स्थानीय स्तर पर चल रहे पारिस्थितिक विनाश का रुख़ नहीं पलटते हैं, तो भी जलवायु धीमे विनाश का शिकार हो जाएगी।

मेरे उपरोक्त गूगल सर्च परिणामों में निहित दावे/ पूर्वधारणा के विपरीत, वैश्विक स्वास्थ्य स्थानीय के स्वास्थ्य पर निर्भर करते हैं। जलवायु संकट का कोई वैश्विक समाधान शायद सम्भव नहीं हो, सिवाय इसके कि हमें वैश्विक स्तर पर लाखों स्थानीय पारिस्थितिक तंत्र बहाल और संरक्षित करने की आवश्यकता है। विश्व स्तर पर उपयुक्त समाधानों पर ध्यान केन्द्रित करने से स्थानीय पर्यावरणीय मुद्दों का महत्त्व कम लगने लगता है। हम इसे पहले से ही 'हरित' को 'कम कार्बन' के रूप में पहचानने की बढ़ती प्रवृत्ति के रूप में देख रहे हैं। इसलिए, हमें वैश्वीकृत समाधानों को लागू करने में जल्दबाज़ी करने से सावधान रहना चाहिए, जिसमें वैश्विक संस्थानों को और भी अधिक शक्ति प्रदान करना अपरिहार्य है। वास्तव में, वैश्विक कार्बन नीतियाँ पहले ही जलविद्युत और जैव ईंधन परियोजनाओं के माध्यम से बहुत अधिक पारिस्थितिक क्षति पहुँचा चुकी हैं।

फिर से, क्या मैं यह वकालत कर रहा हूँ कि हम कार्बन उत्सर्जन में कटौती करना बन्द कर दें? नहीं। लेकिन जब हम उस वैश्विक कारक पर ज़रूरत से ज़्यादा ज़ोर देते हैं, जो समस्या-समाधान के लिए हमारे पारम्परिक 'कोई दुश्मन ढूँढ़ो' दृष्टिकोण में आसानी से फिट बैठता है तो हम कारणों के गहरे आव्यूह (मैट्रिक्स) को नज़रअन्दाज़ करने और समस्या को और बिगाड़ने का जोखिम उठाते हैं, ठीक उसी तरह जैसे हमारी अन्य '... के ख़िलाफ़ लड़ाइयों' (रिक्त स्थान भरिए) ने किया है।

यदि हर कोई दूसरों के स्थानीय स्थलों का सम्मान करते हुए अपने स्थानीय स्थलों की सुरक्षा और अवस्था सुधारने पर अपना प्यार, चिन्ता और प्रतिबद्धता केन्द्रित करे तो इसका एक अतिरिक्त प्रभाव जलवायु संकट का समाधान होगा। यदि हम हर मुहाने, हर जंगल, हर आर्द्रभूमि, क्षतिग्रस्त और मरुस्थलीकृत भूमि के हर टुकड़े, हर मूँगा चट्टान, हर झील और हर पहाड़ को बहाल करने का प्रयास करते हैं तो न केवल अधिकांश ड्रिलिंग, फ्रैकिंग और पाइपलाइनिंग को रोकना होगा, बल्कि जीवमण्डल भी और अधिक लचीला हो जाएगा।

लेकिन ऐसा प्यार, चिन्ता, साहस और प्रतिबद्धता कहाँ से आती है? यह केवल होने वाली क्षति के साथ व्यक्तिगत सम्बन्ध से ही आ सकती है। इसीलिए हमें स्टेला जैसी कहानियाँ बताने की ज़रूरत है। हमें अपनी भूमि की सुन्दरता, दुःख और प्रेम सम्बन्धी अपने अनुभव साझा करने की आवश्यकता है ताकि दूसरों को भी इससे प्रभावित किया जा सके। मुझे यक़ीन है कि स्टेला के शब्दों से आपके मन में कुछ हलचल हुई होगी, भले ही आपका बचपन महासागरों के पास नहीं बल्कि पहाड़ों में बीता हो। जब हम पृथ्वी, पर्वत, जल और समुद्र के प्रति अपना प्रेम दूसरों तक पहुँचाते हैं और जो खो गया है उस पर दुःख प्रकट करते हैं; जब हम तुरन्त समाधान और दोषारोपण की निजवाचक/ आत्मवाचक मुद्रा में आए बिना ख़ुद को और दूसरों को इसकी अनुभवहीनता में जकड़े रखते हैं, तो यह हमारे अन्दर उस गहराई तक प्रवेश कर चुका होता है जहाँ प्रतिबद्धता रहती है। हमारी समानुभूति बढ़ती है। हम अपने होश में लौटते हैं।

क्या यह जलवायु परिवर्तन रूपी समस्या का 'समाधान' है? मैं इसे एक समाधान के रूप में पेश नहीं कर रहा हूँ। हालाँकि, इसके बिना कोई भी समाधान, चाहे वह कितनी भी चतुराई से तैयार की गई नीति क्यों न हो, कारगर नहीं होगा।

मुख्य बिन्दु



- पारिस्थितिकी तंत्र के विनाश में आधुनिक जीवन शैली का हर पहलू शामिल है।
- चूँकि अधिकांश स्थानीय और वैश्विक पारिस्थितिकी तंत्र जटिल अरेखीय प्रणालियाँ हैं, इसलिए उनके विनाश और वैश्विक पारिस्थितिक संकट के लिए एकल कारणों को अलग करना अक्सर असम्भव होता है।
- जटिल प्रणालियों की ग़ैर-रैखिकता समस्या समाधान के प्रति हमारी संस्कृति के सामान्य दृष्टिकोण से टकराती है, जो 'कारण' या अपराधी की पहचान करना और उस अपराधी पर हावी होना, उसे हराना या ख़त्म करना है।
- यह बुनियादी समस्या-समाधान रणनीति पृथक्करण के गहरे वर्णन पर निर्भर है। इस क्रम में एक यह विचार है कि प्रकृति हमारे बाहर मौजूद 'कुछ' है जो हमारे नियंत्रण के अधीन है और मानव प्रगति उस नियंत्रण के अन्तहीन विस्तार में निहित है।
- समस्या-समाधान के इस दृष्टिकोण का एक उदाहरण पारिस्थितिक संकट में एक अलग और सतही रूप से स्पष्ट वैश्विक कारक (जैसे जलवायु परिवर्तन) की भूमिका पर अधिक ज़ोर देने की प्रवृत्ति में देखा जाता है, इसके कारणों के गहरे मैट्रिक्स (विशेष रूप से स्थानीय) को नज़रअन्दाज़ करने के जोखिम पर।
- पारिस्थितिक और जलवायु संकट को हल करने के लिए हममें से प्रत्येक को दूसरों के स्थानीय स्थलों का सम्मान करते हुए अपने स्थानीय स्थलों की सुरक्षा और अवस्था सुधारने पर अपना प्यार, चिन्ता और प्रतिबद्धता केन्द्रित करने की आवश्यकता है।
- स्थानीय स्थलों की सुरक्षा और अवस्था सुधारने की प्रतिबद्धता उनके द्वारा झेली जाने वाली पारिस्थितिक क्षति के साथ व्यक्तिगत सम्बन्ध से आती है। यह व्यक्तिगत सम्बन्ध हमारी समानुभूति विकसित करने में मदद करता है, जो हमारी प्रतिबद्धता का स्रोत होता है।

Notes:

1. This article was first published in July 2016 on https://charleseisenstein.org/about/. It is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. This version has been edited in minor ways for relevance to the Indian context. It is published in i wonder... with the author's permission.
2. Source of the image used in the background of the article title: Estuary, Karnataka. URL: https://pxhere.com/en/photo/754282. License: CC0 Public Domain.

चार्ल्स एइज़ेंस्टीन एक अमरीकी सार्वजनिक वक्ता और लेखक हैं। उनके कार्य में मानव सभ्यता के इतिहास, अर्थशास्त्र, आध्यात्मिकता और पारिस्थितिकी आन्दोलन सहित विषयों की एक विस्तृत शृंखला शामिल है। वे जिन प्रमुख विषयों का अन्वेषण करते हैं उनमें शामिल हैं प्रति-उपभोक्तावाद, अन्योन्याश्रयता और मिथक और वर्णन/ कथाएँ संस्कृति को कैसे प्रभावित करती हैं। उनसे https://charleseisenstein.org/contact/ पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : सुबोध जोशी **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

ऑक्सीजन की खोज : नाम

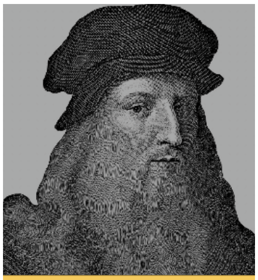
एक बार फिर वही 10 वैज्ञानिक। चित्र के नीचे दी गई पट्टी पर उनका नाम और उनका जीवनकाल अंकित है।


(a) John Mayow (1640–1679)


(b) Antoine Lavoisier (1743–1794)


(c) Philo Mechanicus (280–220 BC)


(d) Georg Ernst Stahl (1659–1734)


(e) Leonardo da Vinci (1452–1519)


(f) Robert Hooke (1635–1703)


(g) Johann Joachim Becher (1635–1682)


(h) Joseph Priestley (1733–1804)


(i) Robert Boyle (1627–1691)


(j) Carl Wilhelm Scheele (1742–1786)

फटाफट जवाब दें :

- आपने कितने नामों का सही अनुमान लगाया?
- किन नामों का अनुमान लगाना विशेष रूप से कठिन रहा और क्यों?
- आपको इनमें से कौन-से वैज्ञानिक सबसे दिलचस्प लगते हैं? आप किसके जीवन के बारे में अधिक जानना चाहेंगे?
- यदि आपको इनके नाम का सुराग़ देने के लिए लिखने हेतु आमंत्रित किया जाता है तो आप इनमें से प्रत्येक वैज्ञानिक के बारे में क्या लिखेंगे?

ऑक्सीजन की खोज की कहानी विज्ञान की प्रकृति और अभ्यास के कई दिलचस्प पहलुओं को उजागर करती है। कहानी का संक्षिप्त संस्करण पढ़ने के लिए इस अंक के पृष्ठ-50 पर विजय कुमार उपाध्याय का लेख ‘ऑक्सीजन की खोज’ पढ़ें। यदि आप इनमें से कुछ पहलुओं को अधिक विस्तार से जानना चाहते हैं तो कृपया पृष्ठ-70 पर जाएँ।

Notes:

1. Source of the image used in the background of the article title: Jigsaw pieces. Credits: Wounds_and_Cracks, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/puzzle-piece-tile-jig-jigsaw-game-3306859/. License: CC0.

2. Sources of the images used in the Hall of Fame:

(a) John Mayow. Credits: John Mayow, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:John_Mayow.jpg. License: Public Domain.

(b) Antoine Lavoisier. Credits: Unknown author, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antoine_lavoisier.jpg. License: Public Domain.

(c) Philo of Alexandria. Credits: André Thevet, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PhiloThevet.jpg. License: Public Domain.

(d) Georg Ernst Stahl. Credits: Rettinghaus, Digital Portrait Index of graphic portraits of the early modern period, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Georg_Ernst_Stahl_crop.jpg. License: Public Domain.

(e) Leonardo Da Vinci. Credits: GDJ, Pixabay. URL: https://pixabay.com/vectors/leonardo-da-vinci-portrait-line-art-6476535/. License: CC0.

(f) Robert Hooke. Credits: Rita Greer, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:14_Robert_Hooke._Pencil_Drawing.jpg. License: Free Art License.

(g) Johann Joachim Becher. Credits: Unknown author, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jjbecher.jpg. License: Public Domain.

(h) Joseph Priestley. Credits: Wellcome Collection. URL: https://www.lookandlearn.com/history-images/YW004791V/Joseph-Priestley. License: CC-BY 4.0.

(i) Robert Boyle. Credits: https://pixel17.com, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Honorable_Robert_Boyle_Sketch.jpg. License: CC-BY-SA-2.0.

(j) Carl Wilhelm Scheele. Credits: Ida Falander (1842–1927), Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carl_Wilhelm_Scheele.png. License: Public Domain.

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : अफ़साना पठान **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडीटिंग :** अनुज उपाध्याय



विज्ञान की प्रकृति का शिक्षण

अरविन्द कुमार

विज्ञान की प्रकृति (नेचर ऑफ़ साइंस या एनओएस) को समझना व्यापक रूप से विज्ञान शिक्षण का एक बहुत महत्त्वपूर्ण अधिगम-प्रतिफल माना जाता है। मगर क्या इसे स्कूली विज्ञान पाठ्यचर्या में शामिल करना ज़रूरी है? क्या हमें स्कूली शिक्षार्थियों को इसके विकसित होते परिप्रेक्ष्यों से परिचित कराना चाहिए? शिक्षाशास्त्रीय अभिगम एनओएस पढ़ाने में कैसे मदद कर सकते हैं?

अधिकांश विज्ञान पाठ्यपुस्तकें विज्ञान की प्रकृति (नेचर ऑफ़ साइंस या एनओएस) पर एक परिचयात्मक अध्याय के साथ शुरू होकर, उस पर कुछेक अनुच्छेद अर्पित कर, फिर फुर्ती से उस ओर बढ़ जाती हैं जिसे विज्ञान की मुख्य सामग्री माना जाता है - इसके अनुभवजन्य तथ्य, नियम, सिद्धान्त आदि। स्वाभाविक रूप से, इससे सवाल उठता है - आख़िर एनओएस पढ़ाना इतना ज़रूरी क्यों है, जबकि विषय के 'अधिक महत्त्वपूर्ण' हिस्से पूरे करने के लिए ही इतना कम समय होता है?

एनओएस क्यों पढ़ाया जाए?

माध्यमिक स्कूल के अन्त तक विज्ञान एक अनिवार्य विषय होता है। इस पड़ाव के बाद, अधिकतर विद्यार्थी औपचारिक शिक्षा तंत्र से अपना रिश्ता ख़त्म कर देते हैं। वे, जो उच्चतर शिक्षा प्राप्त करने की ओर बढ़ते हैं, उनमें से केवल एक छोटा हिस्सा ही विज्ञान संकाय (या क्षेत्र) में बने रहना चुनता है। इस संख्या का भी एक लघुतर हिस्सा उन पेशों को चुनता है (जैसे एक शोधकर्ता या वैज्ञानिक का पेशा) जिनमें विज्ञान और उसके अनुप्रयोगों की एक ठोस समझ की ज़रूरत होती है। इसका अर्थ हुआ कि इस बात की सम्भावना बहुत कम है कि स्कूलों में पढ़ाए जाने वाले विज्ञान की विषयवस्तु सम्बन्धी ज्ञान मिडिल और हाई स्कूल के अधिकांश विद्यार्थियों की पेशेवर ज़िन्दगियों में सीधे तौर पर मददगार हो। तब फिर स्कूली स्तर पर विज्ञान शिक्षण अनिवार्य क्यों है? साफ़ है कि ऐसा तभी सार्थक होता अगर इसका मुख्य उद्देश्य किसी विशेष विज्ञान विषयवस्तु के प्रसार से बढ़कर कुछ हो।

हालाँकि स्कूली विज्ञान शिक्षण के लक्ष्यों पर अक्सर अलग-अलग विचारधाराओं के पक्षों से अनन्त बहस हुई है, तब भी शायद ही कोई इस बात से असहमत होगा कि एक प्रधान लक्ष्य विज्ञान-जानकार नागरिकों का निर्माण करना है। शिक्षार्थियों के लिए यह ज़रूरी है कि वे ऐसे नागरिकों के रूप में विकसित हों जिन्हें इसका एहसास हो कि विज्ञान किस बारे में है, नए विज्ञान के निर्माण में कैसी विधियाँ और प्रक्रियाएँ शामिल होती हैं और विज्ञान किस तरह टेक्नोलॉजी और समाज से जुड़ा हुआ है। मिसाल के तौर पर, कुछ लोग तर्क करेंगे कि विज्ञान जीवन

बॉक्स-1 : एनओएस पर उभरते परिप्रेक्ष्य : आधुनिक विज्ञान 16वीं और 17वीं शताब्दी में गैलीलियो, डेकार्ट, केपलर और न्यूटन के कार्य से उभरा। यही समय था जब फ्रांसिस बेकन, एक अँग्रेज़ी दार्शनिक, ने वह सूत्रित किया जिसे आज वैज्ञानिक पद्धति के तौर पर जाना जाता है (**देखें चित्र-1**)। मोटेतौर पर कहें तो, स्कूली विज्ञान पाठ्यपुस्तकों के परिचयात्मक अनुच्छेद एनओएस पर बेकन के विचारों को दोहराते हैं। बेकन के विचारों का सार यह है कि विज्ञान प्रकृति के निष्पक्ष अवलोकनों और नियंत्रित प्रयोगों के आधार पर किया गया एक सामान्यीकरण है। प्राकृतिक परिघटनाओं का पूर्वकथन करने और उन्हें नियंत्रित करने की इस नई पद्धति की अपार शक्ति को बेकन ने पहले ही भाँप लिया था।

20वीं शताब्दी की शुरुआत में, विज्ञान के दार्शनिकों के एक प्रभावशाली समूह, विएना सर्कल (जिसमें मॉरिट्ज़ श्लिक, रूडोल्फ़ कार्नअप और अन्य शामिल थे) ने वैज्ञानिक पद्धति के एक अधिक सख़्त संस्करण को सूत्रित करने की ज़हमत उठाई। संक्षिप्त में, वे किसी कथन या अभिकथन को केवल तब ही सार्थक मानते थे जब वह या तो तार्किक रूप से स्वयंसिद्ध हो या फिर उसे सत्यापन योग्य किसी रूप में पेश किया जा सकता हो। इसका अर्थ होता कि हालाँकि कोई सहूलियत के लिए ‘परमाणु’, ‘जीन’ और ‘संयोजकता’ जैसे सैद्धान्तिक पदों का इस्तेमाल कर सकता है, मगर सभी वैज्ञानिक अवधारणाएँ और अभिकथन आख़िरकार किन्हीं अवलोकन कथनों में रूपान्तरित होने चाहिए। मिसाल के तौर पर, इस कड़े मानदण्ड के तहत कविता को अर्थहीन और हानिहीन माना जाता, जबकि कोई तत्वमीमांसीय अभिकथन अर्थहीन मगर हानिकारक होता (क्योंकि वह सत्य होने का दावा करता)। हालाँकि, इस दार्शनिक पक्ष, जिसे तार्किक प्रत्यक्षवाद कहा जाता (और बाद में, एक अधिक संयत रूप में, तार्किक अनुभववाद), के समर्थक सम्पूर्ण विज्ञान को इन पदों में अनुवादित करने की अपनी महत्त्वाकांक्षा पूरी नहीं कर सके।

इसी समय के आस-पास, कार्ल पॉपर, एक ऑस्ट्रियाई-ब्रिटिश दार्शनिक, ने एक अन्य दार्शनिक पक्ष सुझाया। यह पक्ष भी वैज्ञानिक पद्धति के विश्लेषण की तर्ज़ पर था, मगर कई मायनों में तार्किक प्रत्यक्षवाद से अलग था (**देखें चित्र-2**)। पॉपर की अभिलाषा उन्हें ‘विज्ञान’ और ‘छद्मविज्ञान’ (जैसा कि वे मानते थे) में अन्तर करने की ओर ले गई। उन्हें व्यापक रूप से उनके मिथ्याकरण के मापदण्ड के लिए जाना जाता है - कोई सिद्धान्त वैज्ञानिक नहीं है यदि उसके खण्डन का कोई रास्ता न हो। अच्छे वैज्ञानिक सिद्धान्त स्पष्ट पूर्वकथन देते हैं जो मिथ्याकरणीय होते हैं। इसका अर्थ हुआ कि इन पूर्वकथनों का सत्यापन उस सिद्धान्त की पुष्टि नहीं करता; वह सिद्धान्त तो महज़ अब तक ग़लत नहीं ठहराया गया। आइंस्टाइन के कार्य से प्रभावित हो, पॉपर ने पैरवी की कि विज्ञान को जोख़िम उठाने चाहिए, नए साहसी पूर्वकथन देने चाहिए और समालोचनात्मक प्रयोग सुझाने चाहिए जिनमें किसी सिद्धान्त के मिथ्याकरण की सम्भावना हो। पॉपर के विचारों की अनुगूँज विज्ञानियों के साथ बनी रहती है और उन्हें अक्सर विज्ञानियों का दार्शनिक कहा जाता है।

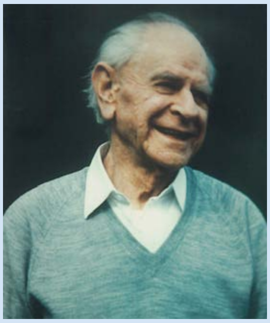
1950 के दशक के आस-पास, अमरीकी दार्शनिक विलर्ड वैन ऑर्मन क्वाइन ने इन प्रभावी विचारों पर एक सटीक और भेदक समालोचना पेश की। उन्होंने तर्क किया कि एक वैज्ञानिक सिद्धान्त अन्तरसम्बन्धित मान्यताओं और दावों का एक जटिल जाल है जो समग्र रूप से अनुभव से जुड़ता है। नतीजतन, हो सकता है कि किसी सिद्धान्त के प्रत्येक कथन को एकाकी रूप में आज़माना या झुठलाना (या मिथ्या सिद्ध करना) मुमकिन न हो। उन्होंने अर्थ और परीक्षण के एक सम्पूर्ण सिद्धान्त की माँग की।



चित्र-1 : फ्रांसिस बेकन ने वैज्ञानिक पद्धति सूत्रित की।

वे दर्शनशास्त्र जो विज्ञान के लिए एक तर्कसंगत आधार तलाश रहे थे, उन्होंने खोज के सन्दर्भ (विज्ञान का विशिष्ट सामाजिक वातावरणों में निहित सहज-ज्ञान युक्त रचनात्मक दौर) को औचित्य के सन्दर्भ (दावाकृत सही सिद्धान्तों की समालोचनात्मक दार्शनिक समीक्षा) से अलग कर दिया। चूँकि पूर्वोक्त सन्दर्भ को मनोविज्ञान या समाजशास्त्र के क्षेत्र से जुड़ा माना जाता था, अतः उसे विज्ञान के दायरे के बाहर देखा जाता था।

1960 के दशक के आस-पास, अमरीकी इतिहासकार और दार्शनिक थॉमस कुह्न ने अपनी (अब प्रख्यात) किताब, द *स्ट्रक्चर ऑफ़ साइंटिफ़िक रिवॉल्यूशंस* (वैज्ञानिक क्रान्तियों की संरचना) प्रकाशित की (**देखें चित्र-4**)। इस किताब ने एनओएस पर हमारे विचारों में एक प्रमुख रूपान्तरण की शुरुआत चिह्नित की। विज्ञान के इतिहास की कुछ मुख्य घटनाओं का विश्लेषण कर, जैसे कि कोपरनिकन क्रान्ति, कुह्न ने निष्कर्ष दिया कि विज्ञानी सामान्यतः किसी विशिष्ट प्रतिमान के तहत काम करते हैं। इस मामले में वे रूढ़िवादी होते हैं कि वे प्रायोगिक डेटा में आई छोटी-मोटी असंगतियों या असहमतियों के समक्ष मौजूदा सिद्धान्तों का परित्याग नहीं कर देते। हालाँकि, समय-दर-समय इकट्ठा हुई निरी असंगतियाँ विज्ञान की सामान्य प्रक्रिया में संकट खड़ा करती हैं और मौजूदा प्रतिमान पर सवाल खड़ा करने तक ले जाती हैं। संकट के ऐसे समय में हर तरह के वैकल्पिक विचार तैरते रहते हैं। कुछ नए भरोसेमन्द विचार सर्वसम्मति को आकर्षित करते हैं, अक्सर किन्हीं विशिष्ट रूप से अनोखे नमूनों के चलते। इस तरह, एक नया प्रतिमान जन्म लेता है। इस नए प्रतिमान के साथ ‘सामान्य’ विज्ञान की ओर वापसी होती है, जहाँ वैज्ञानिक परिवर्तित प्रतिमान की बारीक़ियाँ और अनुप्रयोगों पर काम करने लगते हैं। अहम रूप से, जिस प्रतिमान बदलाव की कुह्न बात करते हैं वह किसी विशुद्ध तर्कसंगत प्रक्रिया से शासित नहीं होता है। इसमें समग्र रूप से वैज्ञानिक समुदाय में एक सामाजिक

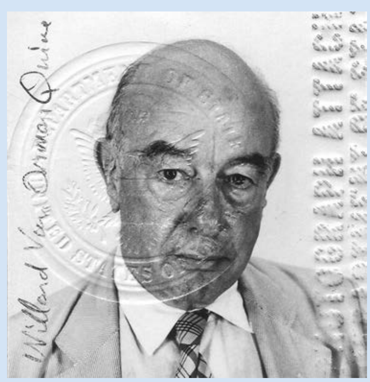


चित्र-2 : कार्ल पॉपर व्यापक रूप से मिथ्याकरण के पैमाने के लिए जाने जाते हैं।
Credits: DorianKBandy, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Photo_of_Karl_Popper.jpg. License: CC-BY-SA.

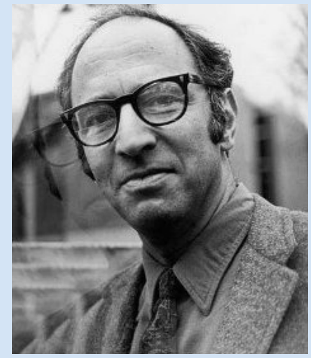
मतैक्य निर्मित करना शामिल होता है। किसी विशिष्ट समय-बिन्दु पर वैज्ञानिक समुदाय की सर्वसम्मति हासिल करने वाले प्रतिमान का अनुपालन कॉलेजों और ग्रेजुएट स्कूलों के शिक्षार्थियों को इसके अनुरूप तैयार करके सुनिश्चित किया जाता है।

कुह्न से हर कोई सहमत नहीं था। एक तरफ़ तो, हंगेरियन दार्शनिक ईमरे लाकाटोस को कुह्न के विचारों में गर्भित वैज्ञानिक प्रगति के तर्कसंगत आधार की अवहेलना अमान्य जान पड़ी। लाकटोस ने आगे जाकर एक सिद्धान्त विकसित किया जो विज्ञान में प्रतिमान बदलावों की व्याख्या प्रतिस्पर्धी 'शोध कार्यक्रमों' की तर्ज़ पर करता था। वहीं दूसरी तरफ़, ऑस्ट्रियाई दार्शनिक पॉल फ़ायराबेंड ने इस विचार को ख़ारिज किया कि विज्ञान के विकास के तरीक़े में कोई स्पष्ट पद्धति होती है। कुह्न के नज़रिए में विज्ञान की एक सामान्य प्रक्रिया के विचार की भूमिका बहुत अहम थी। वे मानते थे कि यही वह प्रक्रिया है जो किसी मान्य प्रतिमान की गहराई तक जाती है, जिससे असंगतियों को खोजना मुमकिन हो पाता है और जोकि अन्ततः प्रतिमान में बदलाव लाती है। फ़ायराबेंड ने, इसके विपरीत, सामान्य विज्ञान की नियमित दिमाग़ को स्तब्ध कर देने वाली गतिविधियों की आलोचना की। उन्होंने ज़ोर दिया कि विज्ञान कल्पनाशीलता की रचनात्मक छलाँगें लगाकर आगे बढ़ता है, जो मौजूदा विचारों को चुनौती देती हैं। फ़ायराबेंड के फ़लसफ़े (दर्शन) का सारांश अक्सर एक आकर्षक वाक्यांश 'एनीथिंग गोज़' (सब चलता है) में समेटा जाता है। उनकी किताब *अगेंस्ट मेथड* (पद्धति के विरुद्ध) विज्ञान में रचनात्मकता का जश्न मनाती है और कल्पनाशीलता की आज़ादी की पैरवी करती है। तो इसलिए, जहाँ लाकाटोस को कुह्न के विज्ञान के नज़रिए में निहित अव्यवस्था चिन्ताजनक लगी, वहीं फ़ायराबेंड ने कुह्न के नज़रिए की आलोचना वैज्ञानिक प्रगति को लेकर उसकी व्यवस्थित और यांत्रिक दृष्टि के लिए की।

कुह्न के सिद्धान्त की चाहे जो योग्यताएँ हों, यह 20वीं शताब्दी के उत्तरार्ध में विज्ञान के दर्शनशास्त्र में एक समाजशास्त्रीय आयाम जोड़ने के लिए ज़िम्मेदार रहा। अलबत्ता,



चित्र-3 : विलर्ड वैन ऑर्मन क्वाइन ने तर्क दिया कि एक वैज्ञानिक सिद्धान्त अन्तरसम्बन्धित मान्यताओं और दावों का एक जटिल जाल है जो समग्र रूप से अनुभव से जुड़ता है।
Credits: Stampit at English Wikipedia, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Willard_Van_Orman_Quine_passport.jpg. License: CC-BY-SA.



चित्र-4 : थॉमस कुह्न ने सुझाया कि वैज्ञानिक क्षेत्र आवधिक 'प्रतिमान बदलावों' से गुज़रते हैं।
Credits: Bill Pierce, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Thomas_Kuhn.jpg. License: CC-BY-SA.

कुछ समाजशास्त्रियों को विज्ञान का मानक दर्शनशास्त्र अप्रासंगिक लगा। उन्होंने ज़ोर दिया कि जिस असल तरीक़े से विज्ञानी काम करते हैं, उसकी समालोचनात्मक और बारीक़ी से जाँच-पड़ताल करने पर ही एनओएस को समझा जा सकता है। इस विकास ने एनओएस पर बहस को कई अलग-अलग दिशाओं में धकेल दिया है, जिसका यहाँ पर्याप्त रूप से वर्णन नहीं किया जा सकता। हालाँकि, जो मुमकिन है, वह यह कि इस विकास की भूमिका को स्वीकारा जाए जिसका असर विज्ञान में प्रगति सम्भव करने वाले सामाजिक-सांस्कृतिक मानकों की हमारी समझ पर होता आया है। मिसाल के तौर पर, यह साफ़ है कि विज्ञान की वे मज़बूत सामाजिक संस्थाएँ (विशेषकर यूरोप में वैज्ञानिक सोसायटीज़, जैसे कि द रॉयल सोसायटी) जो मुक्त और जनतांत्रिक चर्चा, शोध की सहकर्मी समीक्षा और वैज्ञानिक नियमों के आम स्वामित्व के मानकों को लेकर काम करती थीं, उनका गठन विज्ञान के विकास में उतना ही महत्त्वपूर्ण था जितना व्यक्तिगत वैज्ञानिकों की प्रतिभा।

पर एक विवेकशील नज़रिए को प्रोत्साहित करता है। वहीं अन्य तर्क करेंगे कि आधुनिक टेक्नोलॉजी - इसके फ़ायदों, जोखिमों, हमारी सेहत और वातावरण पर इसके असर आदि - से परिचित होना हमारे लिए दिन-ब-दिन और भी ज़्यादा ज़रूरी होता जा रहा है। उन तमाम तरीक़ों को ध्यान में रखा जाए, जिनके ज़रिए विज्ञान और टेक्नोलॉजी आज हमारी ज़िन्दगियों पर असर डालते हैं, तो यह परिचय हमें इन मुद्दों पर सुविचारित राय बनाने और बेहतर सूचित चुनाव करने में मदद कर सकता है। इन उद्देश्यों के साथ कई अन्य समवर्गी उद्देश्यों को कभी-कभी 'विज्ञान और प्रौद्योगिकी साक्षरता' के नाम तले जोड़ा जाता है। इस पद (term) के

कई प्रकार हैं, साथ-ही-साथ कई रंग और बारीक़ियाँ भी। मगर यह कहना ठीक होगा कि एनओएस पढ़ाने का तर्काधार क़रीब से स्कूली विज्ञान शिक्षण के इसी सामान्य लक्ष्य से जुड़ा है।

क्या इसका अर्थ यह हुआ कि हम एनओएस के शिक्षण को विज्ञान की 'वास्तविक' विषयवस्तु की क़ीमत पर शामिल करें? ऐसा करने पर, क्या हम भावी वैज्ञानिकों के ज्ञान की गुणवत्ता के साथ खिलवाड़ नहीं करेंगे? क्या हमारा देश विज्ञान में अपनी प्रतिस्पर्धात्मक धार नहीं खो देगा? साथ ही, क्या एनओएस का शिक्षण शिक्षार्थियों के उस विशाल बहुसंख्यक हिस्से के किसी असल काम का भी रहेगा जिसकी चर्चा हम कर रहे हैं? शिक्षकों (और वैज्ञानिकों) के बीच व्यापक रूप से साझे ये सरोकार मुख्यतः इसलिए उठते हैं क्योंकि यह पर्याप्त रूप से स्पष्ट नहीं है कि एनओएस का शिक्षण और अधिगम आख़िर किस तरह विज्ञान की बाक़ी की पाठ्यचर्या के लिए प्रासंगिक है।

अव्वल तो, यह मानना ठीक नहीं है कि एनओएस केवल उन शिक्षार्थियों के लिए प्रासंगिक है जो भावी वैज्ञानिक बनने की तैयारी कर रहे हों या यह उन शिक्षार्थियों के लिए अप्रासंगिक है जो 10वीं के बाद विज्ञान से अपना औपचारिक रिश्ता ख़त्म कर देते हैं। कई विस्तृत अध्ययन ज़ाहिर करते हैं कि अपने विषयों को लेकर विद्यार्थियों के जो ज्ञानमीमांसीय और सत्तामीमांसीय विश्वास होते हैं, उनका असर उन विद्यार्थियों की विषयवस्तु सम्बन्धी आलोचनात्मक समझ पर होता है। यह सुझाता है कि एनओएस को समझना न सिर्फ़ विज्ञान और प्रौद्योगिकी साक्षरता को बढ़ावा देने के सामान्य लक्ष्य को साधने के लिए प्रासंगिक है बल्कि विज्ञान विद्यार्थियों को इस विषय की गहरी समझ विकसित करने में भी मददगार है। दूसरा, परिकल्पना विज्ञान की विषयवस्तु को हल्का (या छिछला) करने की नहीं है, बल्कि उसे एनओएस पढ़ाने के कल्पनाशील तरीक़े के रूप में इस्तेमाल करने की है। दूसरे शब्दों में, एनओएस को पाठ्यपुस्तक की एक पृथक इकाई में रख दिए गए अमूर्त सामान्यीकृत उपदेशों के माध्यम से नहीं बल्कि इसे विज्ञान की विषयवस्तु के साथ गूँथ कर पढ़ाया जाना है।

क्या पढ़ाया जाए?

जो कुछ पैराग्राफ़ पाठ्यपुस्तकें एनओएस को समर्पित करती हैं वे ठेठ रूप से निम्नलिखित के किसी रूप का वर्णन करते हैं : *"विज्ञान में प्रकृति के व्यवस्थित व निष्पक्ष अवलोकन करने की प्रक्रिया, सावधानी से प्रयोग करना और उनसे तार्किक निष्कर्ष निकालना शामिल होते हैं। इस तरह, हम प्रकृति के नियमों तक पहुँचते हैं। हम अनुभवजन्य नियमों को समझने के लिए परिकल्पना सुझाते हैं, जो हमें ज्ञात भौतिक परिघटनाओं को समझाने के लिए विस्तृत सिद्धान्त निर्मित करने तक ले जाती हैं। सिद्धान्त नई परिघटनाओं का पूर्वकथन भी करते हैं। यदि पूर्वकथन सत्यापित हो जाता है, तो सिद्धान्त की पुष्टि हो जाती है। विज्ञान किसी प्रभुत्व के आगे नहीं झुकता; यह अवलोकनों और प्रयोगों से प्राप्त किया गया वस्तुनिष्ठ ज्ञान है।"* एनओएस के इस विवरण में काफ़ी कुछ सार बनता है, हालाँकि जैसे-जैसे हम आगे चर्चा करेंगे, यह सरलीकृत लगने लगेगा।

इतिहास में और बल्कि आज तक भी, एनओएस दार्शनिक जाँच का विषय रहा है। पिछली चार सदियों में विज्ञान में हुई तेज़ प्रगति ने एनओएस पर हमारे विचारों को लेकर कई सक्रिय चर्चाओं को राह दिखाई है (**देखें बॉक्स-1**)। इनसे कुछ नई अन्तरदृष्टियाँ मिली हैं। पहली तो, विज्ञान केवल अवलोकनों और प्रायोगिक जानकारियों से अनुगमन करने की प्रक्रिया मात्र नहीं है। इसमें अक्सर कल्पनाशील और मूलभूत नए विचार शामिल होते हैं जो ज़रूरी नहीं कि अनुभवजन्य साक्ष्यों द्वारा सुझाए गए हों। उदाहरण के तौर पर, विज्ञान के कुछ सबसे सफल सिद्धान्त एकीकरण की प्रबल इच्छा या सरलीकरण और सममिति के लिहाज़ के चलते उभरे हैं। दूसरी, यद्यपि प्रकृति के अवलोकन अक्सर सभी वैज्ञानिक जाँच-पड़ताल के प्रस्थान बिन्दु होते हैं, सभी अवलोकन निष्पक्ष नहीं होते। अमूमन वे 'सिद्धान्तों से लदे' होते हैं। इसका मतलब हुआ कि हम जो कुछ अवलोकन करते हैं और जिस तरह के प्रयोग रचते हैं उन्हें सिद्धान्त परोक्ष या प्रत्यक्ष रूप से राह दिखाते हैं। मगर यह ज़रूरी नहीं कि इससे विज्ञान की वस्तुनिष्ठता ख़तरे में पड़ती हो। तीसरी, अवलोकन और प्रयोगात्मक डेटा सही सिद्धान्तों को पूरी तरह से निर्धारित करते हैं; यानी कि ऐसे कई अलग-अलग सिद्धान्त हो सकते हैं जो उपलब्ध डेटा के साथ मेल खाते हों। चौथी, विज्ञान विशुद्ध रूप से कोई संज्ञानात्मक प्रयत्न नहीं है। हालाँकि यह प्रकृति के अनुभवजन्य तथ्यों से ज़रूर बँधा हुआ है, तब भी वैज्ञानिकों के बीच का कुछ सामाजिक मतैक्य विज्ञान में शामिल होता है। इसके विकास के लिए इसे सामाजिक-सांस्कृतिक मानकों और स्थितियों के सुगमन की भी ज़रूरत होती है। पाँचवी, विज्ञान, टेक्नोलॉजी और समाज जटिल तरीक़ों से आपस में गुँथे हुए हैं - एक-दूसरे से प्रभावित होते और एक-दूसरे पर प्रभाव डालते हुए। इसके चलते, यह ज़रूरी है कि वैज्ञानिक अभ्यास के सम्भावित ख़तरों और साथ ही टेक्नोलॉजी के ग़ैर-आलोचनात्मक व अविवेकी उपयोग के प्रति सचेत रहा जाए।

जहाँ एनओएस पर इतनी लम्बी ऐतिहासिक बहस अब तक चली आ रही है, ऐसे में हम शिक्षार्थियों के लिए ऐसा क्या चाहेंगे जिसके बारे में वे स्कूल में सीखें? हालाँकि एनओएस से परिप्रेक्ष्यों और जटिल दार्शनिक पक्षों की एक विस्तृत श्रेणी जुड़ी है, यह व्यापक तौर पर माना जाता है कि तरुण विद्यार्थी सामान्यतः स्वीकृत नए विचारों का मर्म सीख सकते हैं। इसका इस्तेमाल स्कूली विज्ञान पाठ्यचर्या के कुछ व्यापक उद्देश्यों को निर्धारित करने

के लिए किया जा सकता है। इन पर संक्षिप्त में रोशनी डालते हुए, एनओएस को विज्ञान के निम्नलिखित पहलुओं की अहमियत समझने में शिक्षार्थियों की मदद करनी चाहिए :

- **दायरा :** विज्ञान अनुभवजन्य साक्ष्यों के आधार पर भौतिक दुनिया का वर्णन और व्याख्या करने की कोशिश करता है। कुछ ज्ञानक्षेत्र इसके दायरे के परे हो सकते हैं।
- **पद्धतियाँ :** विज्ञान विविध प्रकार के दृष्टिकोणों और पद्धतियों का इस्तेमाल करता है। विज्ञान की ऐसी कोई एक सार्वभौमिक पद्धति नहीं है। अकेला अनुगमन इसमें शामिल नहीं है। परिकल्पना और सिद्धान्त निर्मित करने के लिए सृजनात्मकता और कल्पनाशीलता भी उतने ही महत्त्वपूर्ण हैं। किसी सिद्धान्त के निर्धारण के लिए अवलोकन और प्रयोग अक्सर नाकाफ़ी होते हैं। विज्ञान में विशेषज्ञ विवेचन भी शामिल होता है, न सिर्फ़ तार्किक निगमन। अतः विज्ञान में मतभेद भी हो सकते हैं।
- **सामाजिक पहलू :** विज्ञान एक सहकारी बहुसांस्कृतिक इन्सानी उद्यम है जिसमें कुछ मशहूर व्यक्तियों समेत जो एक अहम क़िरदार निभाते हैं असंख्य स्त्रियों और पुरुषों के योगदान शामिल हैं। मुक्त बहस, सहकर्मी समीक्षा और ज्ञान पर आम स्वामित्व के मानकों का अभ्यास करने वाली सामाजिक संस्थाएँ भी विज्ञान के विकास के लिए बहुत ज़रूरी हैं। विज्ञान और टेक्नोलॉजी के बीच की कड़ियाँ उन मुद्दों तक लेकर जा सकती हैं जिन्हें सामाजिक-सांस्कृतिक समाधान की ज़रूरत है।
- वैज्ञानिक ज्ञान : यह गतिशील है और नए अनुभवजन्य साक्ष्यों के समक्ष संशोधन के अधीन है।

एनओएस कैसे पढ़ाएँ

एनओएस से जुड़ा सबसे अहम मगर मुश्किल सवाल है - इसे स्कूली स्तर पर पढ़ाने के लिए हम किस तरह के शिक्षाशास्त्र का इस्तेमाल करें? यह विचार कि विज्ञान शिक्षण में अकेली विषयवस्तु काफ़ी नहीं है, नया नहीं है। इसे 1960 के दशक (या उससे भी पहले) से पाठ्यचर्या सुधारों के इतिहास में देखा गया है। 1970 के दशक के आस-पास, कुछ शैक्षणिक सुधारों ने विज्ञान की विषयवस्तु से ज़्यादा इसकी प्रक्रियाओं को पढ़ाने की ज़रूरत पर बल दिया। इन प्रक्रियाओं में शामिल हैं - अवलोकन, मापन, वर्गीकरण, विश्लेषण, अनुमान, विवेचन, प्रयोग, पूर्वकथन या पूर्वानुमान और संचार करना। हालाँकि, इस दृष्टिकोण के समालोचनात्मक मूल्यांकन में कुछ शिक्षाविदों ने इस आधार पर सवाल उठाया है कि इस दृष्टिकोण में जो सामान्य अन्तरणीय प्रक्रियाओं का सेट निहित है वह सभी प्रकार के विज्ञान में समान है।

अब कुछ वक़्त से, विज्ञान अधिगम और शिक्षण के लिए एक जाँच-पड़ताल आधारित दृष्टिकोण के प्रति व्यापक रूप से झुकाव लगता है। रचनावादी दर्शन पर आधारित यह दृष्टिकोण विज्ञान की प्रक्रियाओं को सीखने तक सीमित न होकर, उसके परे जाकर तरह-तरह के कौशलों को भी शामिल करता है, जैसे - सवाल पूछना, समालोचनात्मक चिन्तन, साक्ष्य-आधारित व्याख्या करना, व्याख्या का औचित्य सिद्ध करना और व्याख्याओं का मौजूदा वैज्ञानिक ज्ञान से सम्बन्ध स्थापित करना। दूसरे शब्दों में, यह दृष्टिकोण पैरवी करता है कि शिक्षार्थी एक ऐसे ढंग से विज्ञान सीखें जो मिलता-जुलता है उस ढंग से जिससे पेशेवर वैज्ञानिक जाँच-पड़ताल करते हैं। इसमें जाँच-पड़ताल आधारित कार्यों की श्रेणी तैयार करना शामिल है, ऐसे कार्य जो सवाल पूछते हों और साक्ष्य आधारित व्याख्या की माँग करते हों। ये छोटे बच्चों के लिए अपेक्षाकृत सरल हो सकते हैं और वरिष्ठ शिक्षार्थियों के लिए अधिक जटिल। इनके ध्यान के केन्द्र भी अलग-अलग हो सकते हैं - कुछ कार्य विज्ञान, प्रौद्योगिकी और समाज (साइंस, टेक्नोलॉजी और सोसाइटी या एसटीएस) के मुद्दों से जुड़े हो सकते हैं, तो वहीं अन्य अधिक विषय-आधारित हो सकते हैं। किसी जाँच-पड़ताल में उसी जाँच-पड़ताल के तरीक़े पर चिन्तन भी शामिल हो सकता है, जिससे कि एनओएस के शैक्षणिक उद्देश्य सहज ही शामिल हो सकते हैं।

एक अन्य दृष्टिकोण एनओएस पढ़ाने के लिए विज्ञान के इतिहास (हिस्ट्री ऑफ़ साइंस या एचओएस) के इस्तेमाल की सिफ़ारिश करता है। हालाँकि यह भी कोई नया विचार नहीं है, इसके पक्ष में कुछ मुख्य बिन्दु हैं :

- एचओएस में मानवी आख्यान शामिल होते हैं जो विज्ञान को सजीव बनाते हैं और शिक्षार्थियों की रुचि बनाए रखते हैं।
- एचओएस में अक्सर शिक्षार्थियों की स्वतःस्फूर्त धारणाओं से मिलते-जुलते प्रसंग होते हैं और इस तरह यह हमें उनके विषयवस्तु-विशेष विचारों का पूर्वानुमान लगाने और उन्हें ठीक करने में मदद करता है।
- यह जानना कि किस तरह मौजूदा विज्ञान इतिहास के अलग-अलग समयों के प्रतिस्पर्धी विचारों से उपजा है, समालोचनात्मक चिन्तन को बढ़ावा दे सकता है।
- आख़िर में, एचओएस एनओएस सीखने के लिए सबसे सहज वातावरण प्रदान करता है।

चलते-चलते

जैसा कि नॉर्मन लेडरमैन, इलिनॉय इंस्टिट्यूट ऑफ़ टेक्नोलॉजी (आईआईटी) में गणित और विज्ञान शिक्षण के एक विशिष्ट प्रोफ़ेसर, ने दृढ़ता पूर्वक दलील दी है कि एनओएस

के उद्देश्यों को प्राथमिक तौर पर संज्ञानात्मक नतीजे माना जाना चाहिए जिनका ठीक तरह से आकलन किया जा सकता हो। चूँकि इस बात की सम्भावना कम है कि इन उद्देश्यों को निर्विवाद रूप से आत्मसात किया जाएगा इसलिए शिक्षण को इन्हें स्पष्ट रूप से सामने लाना होगा, फिर चाहे हम इसके लिए जाँच-पड़ताल आधारित या इतिहास-आधारित अभिगम अपनाएँ। दूसरे शब्दों में, यदि हम शिक्षार्थियों की एनओएस सम्बन्धी समझ को बेहतर करना चाहते हैं तो उसके लिए जाँच-पड़ताल आधारित कार्यों और एचओएस-आधारित सजीव वर्णनों की एक सम्पूर्ण श्रेणी, जो स्पष्ट रूप से एनओएस पर केन्द्रित हो, तैयार किए जाने की ज़रूरत है।

मुख्य बिन्दु



- अनेक अध्ययन यह दर्शाते हैं कि विज्ञान की प्रकृति (एनओएस) न सिर्फ़ विज्ञान और प्रौद्योगिकी साक्षरता को बढ़ावा देने के सामान्य लक्ष्य को साधने के लिए प्रासंगिक है, बल्कि यह विज्ञान के विद्यार्थियों को इस विषय की गहरी समझ विकसित करने में भी मददगार है।
- एनओएस को पाठ्यपुस्तक की एक पृथक इकाई में रख दिए गए अमूर्त सामान्यीकृत उपदेशों के माध्यम से नहीं, बल्कि इसे विज्ञान की विषयवस्तु के साथ गूँथ कर पढ़ाया जाना है।
- स्कूली स्तर पर एनओएस के बारे में जो पढ़ाया जाता है उसे शिक्षार्थियों की मदद विज्ञान के अलग-अलग पहलुओं की अहमियत समझने में करनी चाहिए, अलग-अलग पहलू, जैसे - विज्ञान का दायरा; इसकी कई पद्धतियाँ और दृष्टिकोण, जिनमें विशेषज्ञ विवेचन की भूमिका और मतभेदों की सम्भावना भी शामिल है; इस सहकारी बहुसांस्कृतिक इन्सानी उद्यम के सामाजिक पहलू; तथा वैज्ञानिक ज्ञान की गतिशील प्रकृति।
- स्कूली स्तर पर एनओएस पढ़ाने के लिए दो शिक्षाशास्त्रीय दृष्टिकोण - जाँच-पड़ताल आधारित और विज्ञान के इतिहास (एचओएस) पर आधारित - सुझाए गए हैं।
- एनओएस के उद्देश्यों को प्राथमिक तौर पर संज्ञानात्मक नतीजे माना जाना चाहिए जिन्हें शिक्षण द्वारा स्पष्ट रूप से सामने लाया जाता है और जिनका ठीक तरह से आकलन किया जा सकता है।

Acknowledgments: It is a pleasure to thank J. Ramadas, S. Chunawala, and K. Subramaniam of Homi Bhabha Centre for Science Education (HBCSE-TIFR), Mumbai as well as the anonymous reviewers for going through the article critically, and offering useful comments for its improvement.

Note: This article was first published in i wonder..., Nov 2015, pg. 33-38. This version is reformatted and revised for conciseness.

References:

1. Godfrey-Smith P (2003). 'Introduction to Philosophy of Science'. The University of Chicago Press: Chicago.
2. NGSS (2013). 'Next-generation Science Standards: For States, by States'. Appendix H. URL: www.nextgenscience.org.
3. Pumfrey S (1991). 'History of Science in the National Science Curriculum: a critical review of resources and their aims'. British Journal of the History of Science. 24, 61–78.
4. Osborne J, Ratcliffe M, Bartholomew H, Collins S, & Duschl R (2002). 'EPSE Project 3: Teaching pupils ideas-about-science'. School Science Review, 84 (307), 29–33.
5. Taylor JL & Hunt A (2014). In Matthews MR (ed.) op. cit. 2045-2082. 'History and Philosophy of Science and the Teaching of Science in England'. Springer: Dordrecht, Netherlands.
6. Erduran S & Dagher ZR (2014). 'Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education'. Springer: Dordrecht, Netherlands.
7. Millar R & Driver R (1987). 'Beyond Processes'. Studies in Science Education, (14) 33–62.
8. Flick LB & Lederman NG (eds.). (2006). 'Scientific Inquiry and Nature of Science'. Springer: Dordrecht, Netherlands.
9. Holton G & Brush SG, 3rd ed. (2001). 'Physics, the Human Adventure'. Rutgers University Press: New Brunswick, NJ.
10. Matthews MR (ed.) (2014). 'International Handbook of Research in History, Philosophy, and Science Teaching'. Springer: Dordrecht, Netherlands.
11. Lederman NG (2006). In Flick LB & Lederman NG (eds.) 2006. op. cit, 301-317. 'Syntax of Nature of Science within Inquiry and Science Instruction'. Springer: Dordrecht, Netherlands.

अरविन्द कुमार होमी भाभा सेंटर फ़ॉर साइंस एजुकेशन (एचबीसीएसई-टीआईएफ़आर), मुम्बई के प्रोफ़ेसर और केन्द्र निदेशक रह चुके हैं। उनकी अकादमिक दिलचस्पी मुख्य रूप से सैद्धान्तिक भौतिकी, भौतिकी शिक्षण और विज्ञान शिक्षण में विज्ञान के इतिहास और दर्शन की भूमिका में है। उनसे arvindk@hbcse.tifr.res.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अतुल वाधवानी **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



ऑक्सीजन की खोज : विचार करने योग्य प्रश्न

पृष्ठ-11 पर मौजूद 'हॉल ऑफ़ फ़ेम' में क्या आपने वैज्ञानिकों के नाम का अनुमान लगाने की कोशिश की? क्या पृष्ठ-39 पर दिए गए सुराग़ों से मदद मिली?

ऑक्सीजन की खोज की कहानी विज्ञान की प्रकृति और अभ्यास के कई दिलचस्प उदाहरणों से भरी हुई है। यहाँ ऐसे केवल चार उदाहरण साझा किए गए हैं। इन उदाहरणों से सम्बन्धित प्रश्नों का उद्देश्य चिन्तन और चर्चाओं को खोलना है। प्रत्येक प्रश्न को विभिन्न कोणों और विभिन्न लेंसों से जाँचा जा सकता है।

प्रश्न-1 : 'हॉल ऑफ़ फ़ेम' के वैज्ञानिकों में से एक वैज्ञानिक ने 1771 में ऑक्सीजन को अलग करने में क़ामयाबी हासिल की थी। हालाँकि उनकी खोज का विवरण 1777 में ही प्रकाशित हुआ था। दूसरे अन्य वैज्ञानिक ने वही खोज 1774 में की थी। उनके निष्कर्ष 1775 में प्रकाशित हुए थे। एक तीसरे वैज्ञानिक ने इस खोज के महत्त्व को पहचाना। उन्होंने प्रस्तावित किया कि जिस गैस की खोज की गई वह एक रासायनिक तत्व था। इस प्रस्ताव के समर्थन में उनके प्रयोग 1777 में प्रकाशित हुए।

- आपके अनुसार इस खोज का श्रेय किसे दिया जाना चाहिए? क्या आप इन तीनों वैज्ञानिकों में से प्रत्येक को श्रेय देने के पक्ष में कुछ तर्क सोच सकते हैं? उनके प्रत्येक दावों के विरूद्ध भी तर्क दे सकते हैं क्या?
- आपको क्या लगता है कि हम यह कैसे जानते हैं कि इन तीनों वैज्ञानिकों में से सबसे पहले वैज्ञानिक ने 1771 में ऑक्सीजन की खोज की थी? क्या यह जानकारी उनके द्वारा प्रयोगों और अवलोकनों के रखे गए रिकॉर्ड के माध्यम से मिली है? या उन विवरणों के माध्यम से जो उन्होंने अन्य वैज्ञानिकों के साथ पत्राचार के माध्यम से साझा किए थे? यदि आपसे इस खोज के समय को सत्यापित करने के लिए कहा जाए, तो आप ऐसा करने के लिए अन्य कौन-से तरीक़ों का इस्तेमाल करेंगे? आपको क्या लगता है कि 18वीं शताब्दी में की गई खोजों की तुलना में वर्तमान खोजों के लिए सत्यापन की यह प्रक्रिया ज़्यादा आसान होगी या ज़्यादा कठिन होगी?

प्रश्न-2 : कुछ लोगों का तर्क है कि कई अन्य वैज्ञानिकों ने स्वतंत्र रूप से ऑक्सीजन की खोज की होगी। उदाहरण के लिए माना जाता है पोलिश अलकेमिस्ट और मेडिकल डॉक्टर माइकल सेंडिवोगियस (Michael Sendivogius) ने 1601 में ऑक्सीजन की खोज की थी। सेंडिवोगियस ने प्रस्तावित किया था कि हवा कई घटकों का मिश्रण है और उनमें से एक में जीवन देने वाला पदार्थ है। उन्होंने यह भी इंगित किया कि यह घटक वही गैस थी जो सॉल्टपीटर (पोटेशियम नाइट्रेट, KNO3) को सावधानीपूर्वक गर्म करने पर निकलती थी। दुर्भाग्यवश, सेंडिवोगियस ने जब इन खोजों को प्रकाशित किया तो उन्होंने इनके बारे में अलकेमी की रहस्यमय भाषा में और भिन्न छद्म नामों के तहत लिखा (कुछ लोगों का तर्क है कि सेंडिवोगियस ने यह जान-बूझकर किया क्योंकि वे गुमनाम रहना चाहते थे)। अन्य बताते हैं कि डच इंजीनियर और आविष्कारक कॉर्नेलियस ड्रेबेल (Cornelius Drebbel) ने 1608 में बताया था कि सॉल्टपीटर को गर्म करने से एक गैस उत्पन्न होती है। जबकि ड्रेबेल ने इसे नहीं पहचाना था, आज हम जानते हैं कि उन्होंने जो गैस देखी थी वह ऑक्सीजन थी।

- क्या आपको लगता है कि इनमें से कोई भी ऑक्सीजन की खोज का श्रेय दिए जाने का हक़दार है? उन्हें श्रेय देने के पक्ष-विपक्ष में आप क्या तर्क दे सकते हैं?
- अब हम पाँच वैज्ञानिकों के बारे में जानते हैं जिन्हें ऑक्सीजन की खोज का श्रेय दिया जा सकता है। और भी वैज्ञानिक हो सकते हैं जिनके बारे में हम फ़िलहाल नहीं जानते हैं लेकिन बाद में पता लग सकता है। कुछ लोगों का तर्क है कि किसी खोज का श्रेय उस पर काम करने वाले प्रत्येक वैज्ञानिक को दिया जाना चाहिए। इस स्थिति के पक्ष-विपक्ष में क्या आप कुछ कारण सोच सकते हैं?
- किसी खोज का श्रेय किसे दिया जाना चाहिए इसके लिए वैज्ञानिक समुदाय कुछ परिपाटी बनाते हैं। इनमें से एक को प्राथमिकता नियम कहा जाता है। इस नियमानुसार उस वैज्ञानिक को प्राथमिकता दी जाती है जो सबसे पहले अपनी खोज को वैज्ञानिक समुदाय के साथ साझा करता है। यह नियम केवल तभी लागू होता है जब उनके निष्कर्षों को वैज्ञानिक समुदाय द्वारा वैध, सटीक और प्रासंगिक माना जाता है।

आपके अनुसार वैज्ञानिक ये नियम क्यों लेकर आए? क्या आप ऐसी किसी स्थिति के बारे में सोच सकते हैं जहाँ यह नियम एक वैज्ञानिक को दूसरे की तुलना में अनुचित लाभ दे सकता है?

- क्या आपको लगता है कि श्रेय प्रदान करने के लिए कोई अन्य मापदण्ड हो सकते हैं?

प्रश्न-3 : हमने सीखा है कि 'हॉल ऑफ़ फ़ेम' के वैज्ञानिकों में से एक वैज्ञानिक की मिली-जुली प्रतिष्ठा थी। एक ओर, अन्य वैज्ञानिक अक्सर अपने प्रयोगों और विचारों को साझा करने और चर्चा करने के लिए उन्हें लिखते थे या उनसे मिलते थे। दूसरी ओर, वैज्ञानिक समुदाय यह जानता था कि वे कम-चर्चित वैज्ञानिकों के विचारों का श्रेय लेने में माहिर हैं।

- ऐसा प्रतीत होता है कि विज्ञान के अभ्यास का एक महत्त्वपूर्ण सामाजिक पहलू है। एक वैज्ञानिक के लिए केवल दावा कर देना पर्याप्त नहीं होता बल्कि उन दावों को वैज्ञानिक समुदाय द्वारा सत्यापित और समर्थित किया जाना भी महत्त्वपूर्ण है।
- आपके अनुसार वैज्ञानिक समुदाय का हिस्सा किसे माना जाता है? आप क्या सोचते हैं कि कोई इस समुदाय की सदस्यता कैसे प्राप्त करता है? आपके अनुसार इस विशेष वैज्ञानिक के साथ हुई घटना विज्ञान के अभ्यास में एक वैज्ञानिक की प्रतिष्ठा की भूमिका के बारे में क्या बताती है?
- किसी और के काम का श्रेय लेना अकादमिक बेईमानी का काम है। आपको क्या लगता है कि उस समय ऐसे कृत्यों का पता कैसे चला होगा? वर्तमान में ऐसे लोगों को कैसे खोजा जाता होगा? यदि आप वैज्ञानिक समुदाय के सदस्य होते, तो बेईमानी की ऐसी घटनाओं को हतोत्साहित करने के लिए क्या दिशा-निर्देश बनाते?
- इस वैज्ञानिक ने ऑक्सीजन की खोज का श्रेय लिया। इस दावे को गम्भीरता से नहीं लिया गया। उन्होंने यह भी दावा किया कि ऑक्सीजन एक अद्वितीय तत्व है। इसे वैज्ञानिक समुदाय ने गम्भीरता से लिया। वास्तव में, ऑक्सीजन के बारे में उनके विचारों ने फ्लॉजिस्टन सिद्धान्त को बदनाम कर दिया, जो उस दौर के सबसे व्यापक रूप से स्वीकृत सिद्धान्तों में से एक था। आपको क्या लगता है कि वैज्ञानिक समुदाय को एक ही वैज्ञानिक के दो सम्बन्धित दावों को अलग-अलग तरह से मानने का क्या कारण हो सकता है? क्या आपने भी ऐसा ही किया होगा?

प्रश्न-4 : हमने पढ़ा कि कैसे 'हॉल ऑफ़ फ़ेम' में दो वैज्ञानिकों ने कुछ प्रयोगों के लिए स्वयं को बलि के बकरे के तौर पर इस्तेमाल किया है। इन प्रयोगों में ऐसे रसायन भी शामिल थे जिनके बारे में उस समय बहुत कम जानकारी थी। इनमें से एक वैज्ञानिक ने एक 'नई' गैस को सूँघा। दूसरे वैज्ञानिक उन रसायनों का स्वाद चखने के लिए जाने जाते थे जिनके साथ वे काम किया करते थे। वर्तमान में, दुनियाभर की विज्ञान प्रयोगशालाएँ वैज्ञानिकों से अपेक्षा करती हैं कि वे अपने द्वारा किए जाने वाले प्रयोगों में शामिल जोखिमों का आकलन करें। उनसे यह भी अपेक्षा रहती है कि वे काम करने के उन तरीक़ों का इस्तेमाल करें जिससे स्वयं, उनके साथ काम करने वालों, प्रयोगशाला, जनता और पर्यावरण की सुरक्षा हो और जोखिम का ख़तरा कम हो।

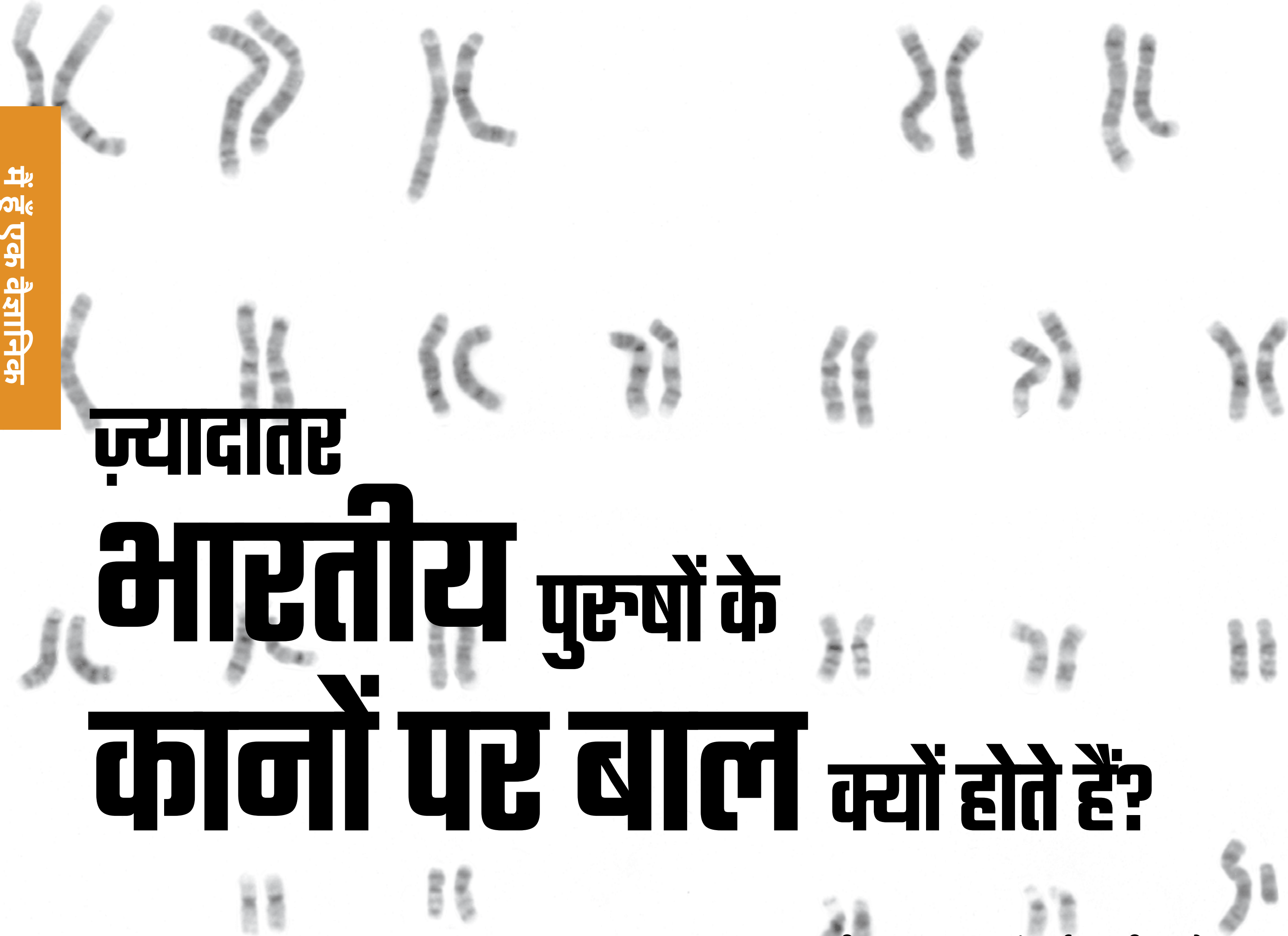
- आपको क्या लगता है कि वैज्ञानिक समुदाय सुरक्षा के लिए ऐसे दिशा-निर्देश कैसे विकसित करते हैं?
- यदि आप वैज्ञानिक समुदाय के सदस्य होते, तो क्या आप उम्मीद करते कि नए रसायनों या जीवों के साथ काम करने वाले वैज्ञानिकों के साथ पहली बार जोखिम भरे प्रयोग करने वाले वैज्ञानिक सम्भावित जोखिमों और सुरक्षा अमलों का विश्लेषण और संचार करेंगे? आपके अनुसार ऐसे तरीक़ों के कुछ फ़ायदे और नुक़सान क्या हैं?
- आपको क्या लगता है कि वैज्ञानिक समुदाय यह कैसे सुनिश्चित करता है कि ऐसे सुरक्षा दिशा-निर्देशों का पालन किया जा रहा है?
- कुछ लोग यह तर्क दे सकते हैं कि नई खोजों की प्रगति में ये सुरक्षा प्रथाएँ बाधा डाल सकती हैं। आप इस पर क्या प्रतिक्रिया देंगे?
- अन्य लोग यह तर्क दे सकते हैं कि ये सुरक्षा प्रथाएँ यह सुनिश्चित करने के लिए आवश्यक हो सकती हैं कि हम दूसरों को नुक़सान न पहुँचाएँ। हालाँकि स्वयं पर प्रयोग करने का विकल्प व्यक्तिगत है। एक वैज्ञानिक को जान-बूझकर इस तरह के जोखिम उठाने के विकल्प को चुनने का अधिकार होना चाहिए। आप इस विचार के पक्ष और विपक्ष में क्या तर्क दे सकते हैं? क्या आप कुछ ऐसी स्थितियों के बारे में सोच सकते हैं जिनके अन्तर्गत यह तर्क प्रबल होने की सम्भावना है?

आप इस कहानी के और कौन-से पहलुओं को और अधिक गहराई से तलाशना चाहेंगे?

Note: Source of the image used in the background of the article title: Jigsaw pieces. Credits: Wounds_and_Cracks, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/puzzle-piece-tile-jig-jigsaw-game-3306859/. License: CC0.

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : अफ़साना पठान **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडीटिंग :** अनुज उपाध्याय



ज़्यादातर भारतीय पुरुषों के कानों पर बाल क्यों होते हैं?

स्टीव्हन एम. कार एवं दुर्गादास पी. कस्बेकर

जैसे स्त्रियों में दाढ़ी नहीं होती, वैसे ही उनके कानों पर बाल नहीं होते। दाढ़ी तो हर पुरुष की होती है लेकिन कम ही पुरुषों के कानों पर बाल पाए जाते हैं। इनमें भी अधिकतर पुरुष भारत के रहने वाले होते हैं। ऐसा क्यों है? और भारतीयों में यह गुण कैसे आया? वैज्ञानिक ऐसे प्रश्नों की किस तरह छानबीन करते हैं।

प्रायः ऐसे पुरुष दिखाई पड़ते हैं जिनके (बाहरी) कान के मांसल भाग पर बाल उग रहे होते हैं। हालाँकि सभी के बालों का घनापन और गुणवत्ता अलग-अलग होती है, लेकिन यदि कानों पर लम्बे, काले और बहुत अधिक बाल हैं तो चिकित्सा में इस स्थिति को हायपरट्रायकोसिस पिन्ने ऑरिस के रूप में जाना जाता है (**देखें चित्र-1**)। यह लक्षण भारत और श्रीलंका के पुरुषों में बहुत अधिक दिखाई पड़ता है। कानों के सबसे लम्बे बालों का रिकॉर्ड तमिलनाडु स्थित मदुरई के सेवानिवृत्त हेडमास्टर एन्थनी विक्टर के नाम पर दर्ज है। लेकिन ऐसा क्यों होता है? इस प्रश्न ने अनेक वैज्ञानिकों का ध्यान आकर्षित किया है।

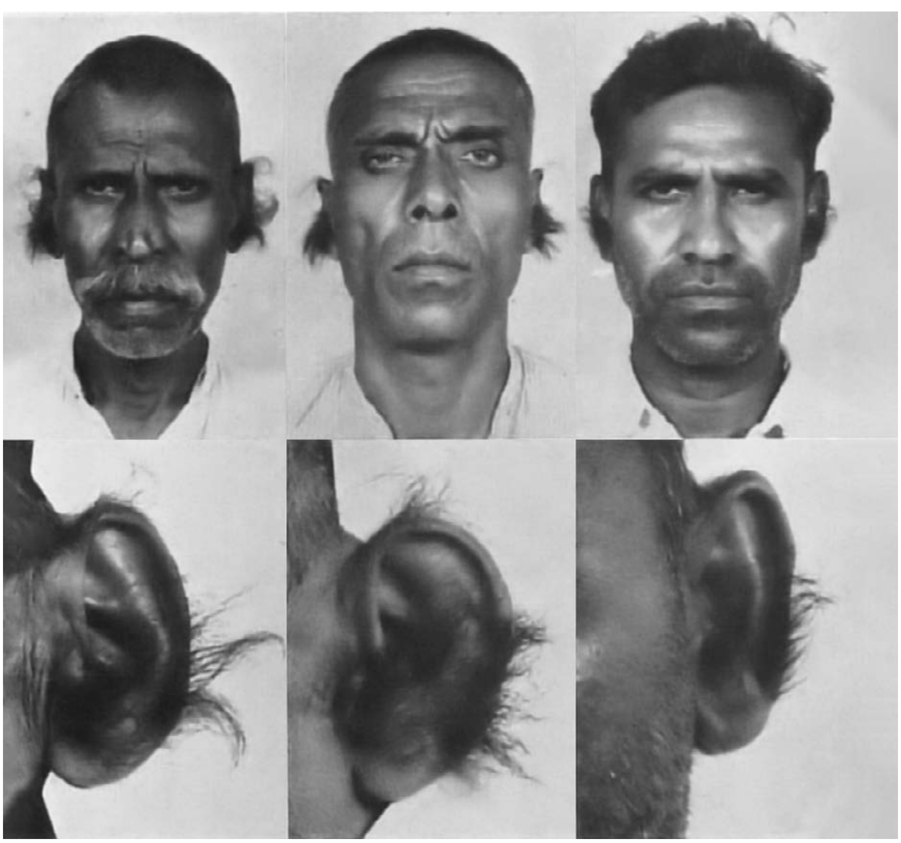
प्रारम्भिक परिकल्पनाएँ

यह एक रोचक बात है कि दाढ़ी की तरह कान पर बाल भी स्त्रियों में शायद ही कभी दिखाई पड़ते हैं। उदाहरण के लिए, 1907 में इटली के डॉक्टर सी तोमासी ने एक इतालवी परिवार की पाँच पीढ़ियों में बालदार कान सम्बन्धी दस्तावेज़ीकरण किया था (**देखें चित्र-2**)। उनके द्वारा बनाए गए वंशवृक्ष से यह पता चलता था कि केवल पुरुषों में ही कानों पर बाल उगते हैं - सभी बालदार कानों वाले पुरुषों के बेटों के कान पर भी बाल थे जबकि उनकी किसी भी बेटी के कान पर बाल नहीं थे। इससे यह समझ आया कि इस लक्षण का आधार आनुवंशिक (जेनेटिक) है और यह पिता से बेटे में और-तो-और सभी बेटों में, हस्तान्तरित होता है लेकिन बेटियों में नहीं होता।

बॉक्स-1 : बालदार कानों का आनुवंशिक आधार

मेन्डल के वंशानुक्रम के नियमों को वर्ष 1900 में दोबारा खोजे जाने के कुछ ही दिनों के बाद तोमासी ने अपने अवलोकन किए थे। इन नियमों के अनुसार विशेषताएँ या लक्षण जैसे मटर के दानों का रंग और आकार, कारकों की जोड़ियों (जिन्हें अब युग्मविकल्पी या एलील कहा जाता है) से निर्धारित होते हैं, इन जोड़ियों में एक युग्मविकल्पी मादा जनक से और एक नर जनक से प्राप्त होता है। विरासत में मिला युग्म विकल्पियों का संयोजन (जीनोटाइप, जीन प्रारूप) यह निर्धारित करता है कि कौन-सा लक्षण अभिव्यक्त होगा (फीनोटाइप, लक्षण प्रारूप)। युग्मविकल्पी एक ही जीन के भिन्न-भिन्न स्वरूप होते हैं। यदि सन्तानों में किसी जीन के लिए युग्मविकल्पी की एक या दो प्रतियाँ मौजूद होती हैं तो उनमें से किसी एक के लक्षण प्रकट होते हैं। जिस प्रति के लक्षण प्रकट होते हैं, उसे प्रभावी युग्मविकल्पी कहते हैं। दूसरे युग्मविकल्पी यानी अप्रभावी युग्मविकल्पी के लक्षण तभी प्रकट होते हैं जब उसकी ही दो प्रतियाँ मौजूद हों।

इसका दाढ़ी और बालदार कानों से क्या सम्बन्ध है? जैसा कि आप जानते हैं, जीन गुणसूत्रों पर होते हैं। मनुष्य में 22 जोड़ी सजातीय गुणसूत्र (XX) पाए जाते हैं (इनका लिंग निर्धारण से सम्बन्ध नहीं होता) और ये अलिंग गुणसूत्र (autosomes) कहलाते हैं। इस जोड़े में एक गुणसूत्र माता और एक पिता से मिलता है। यद्यपि मेंडल के नियमों से केवल प्रारूपिक जीन्स के व्यवहार का स्पष्टीकरण मिलता है, कि वे सभी जीन्स या लक्षणों पर लागू नहीं होते। 1922 में डब्लूई कासल ने इस तथ्य को पहचाना था कि मनुष्य और अन्य स्तनधारियों में X और Y नामक दो असमान गुणसूत्रों की जोड़ी के द्वारा लिंग निर्धारण होता है। (X और Y केवल नाम हैं, न कि सूक्ष्मदर्शी से दिखने वाली आकृति का विवरण। उदाहरण के लिए, Y गुणसूत्र ऐसा गुणसूत्र नहीं है जो X की एक टाँग ग़ायब होने से बना हो।) मादाएँ XX होती हैं — उनमें दो X गुणसूत्र होते हैं। हर मादा को एक X पिता से और दूसरा X माता से मिलता है। नर XY होते हैं — उनमें एक X और एक Y होता है। हर नर को X गुणसूत्र उसकी माता से और Y गुणसूत्र उसके पिता से मिलता है। X और Y गुणसूत्रों पर स्थित जीनों के युग्मविकल्पी को लिंग सम्बन्धी युग्मविकल्पी कहा जाता है। XX मादाओं में, लिंग सम्बन्धी युग्मविकल्पी अलिंगी गुणसूत्रों पर स्थित युग्म विकल्पियों की तरह व्यवहार करते हैं। XY नरों में, एकल X गुणसूत्र पर जो भी युग्मविकल्पी उपस्थित होता है वह निर्धारित करता है कि कौन-सा लक्षण प्रकट होगा। Y गुणसूत्र पर स्थित जीन लिंग का निर्धारण करते हैं। विशेष रूप से लिंग निर्धारण क्षेत्र-Y (SRY — Sex-determining region Y) नामक जीन प्रारम्भिक भ्रूण में नर और मादा में विभेदन पैदा करता है। प्रत्येक नर को Y गुणसूत्र उसके पिता से विरासत में मिलता है। इस Y गुणसूत्र के कारण वह नर बनता है और उसमें दाढ़ी व नर के ऐसे ही अन्य लक्षण प्रकट होते हैं।



चित्र-1 : दक्षिण भारत के वेल्लोर शहर से हायपरट्रायकोसिस (बालदार कानों) वाले तीन पुरुष। स्टर्न एवं अन्य (1964) द्वारा लिए चित्र (1) से थोड़ा परिवर्तित चित्र। इस चित्र का शीर्षक है - 'वेलोर। तीन मुस्लिम भाई 60, 50-55 और 45-50, जिनके कानों के बाल क्रमशः 5, 5 और 4 दर्जे के हैं', यह दर्जे स्लेटिस और एपलबॉम (1963) की पद्धित पर आधारित हैं।

जब ऐसे और वंशवृक्षों का विवरण सामने आया तब अन्तर्राष्ट्रीय ख्याति-प्राप्त आनुवंशिकी वैज्ञानिक जेबीएस हाल्डेन (जिनका जन्म इंग्लैंड में हुआ था लेकिन बाद में भारतीय नागरिक बन गए थे) ने सबसे पहले 1936 में यह परिकल्पना दी कि विरासत में मिलने वाले बालदार कानों का सम्बन्ध Y गुणसूत्र से है (**देखें बॉक्स-1**)। उनके अनुसार कान पर बाल एक ऐसे जीन (या एलील, युग्मविकल्पी) में उत्परिवर्तन के कारण होते हैं जो Y गुणसूत्र पर मौजूद होता है। चूँकि Y गुणसूत्र केवल पुरुषों में ही होता है और उन्हें उनके पिता से मिलता है, अतः यह लक्षण केवल पुरुषों में ही प्रकट होता है और उनमें उनके पिता से हस्तान्तरित होता है।

हाल्डेन की परिकल्पना का पहला प्रायोगिक परीक्षण भारतीय वैज्ञानिक के. आर. द्रोणमराजू ने 1960 में किया था। उन्होंने आन्ध्र प्रदेश की सार्वजनिक परिवहन की बसों में यात्रा करने वाले 400 यात्रियों में से बालदार कान वालों की संख्या गिनी। इनमें

किन्तु बालदार कानों जैसे लक्षणों के बारे में क्या होता है जो केवल नरों में और केवल कुछ ही नरों में पाए जाते हैं? यहाँ पर मामला रोचक हो जाता है। मान लीजिए कि विरासत में बालदार कान मिलेंगे या नहीं, इस बात का निर्धारण H और h दो युग्मविकल्पी वाले एकल जीन से होता है - जहाँ H बालरहित कानों के लिए और h बालदार कानों के लिए ज़िम्मेदार है।

यह भी मान लेते हैं कि यह जीन Y गुणसूत्र पर स्थित है। इससे तोमासी के वंशवृक्ष की व्याख्या आसानी से हो जाती है। बालदार कान वाले परदादा II-3 की दो पत्नियों से पाँच बेटे और दो बेटियाँ थीं। सभी बेटों के कान पर बाल थे, जबकि बेटियों के कान पर बाल नहीं थे। पाँचवें बेटे (III-8) के दो बेटे थे जिनके कान बालदार थे और एक बेटी थी जिसके कान पर बाल नहीं थे। उसके बेटों (IV-2 और IV-4) की कई बेटियाँ थी जिनके कानों पर बाल नहीं थे। उसके एक बेटे (IV-2) के तीन बेटे थे जिनमें से केवल एक (V4-) इस वंशवृक्ष के निर्माण के समय तक उस आयु में पहुँचा था जिसमें कानों पर बाल दिखाई पड़ने लगते हैं। इसको आप स्वयं प्रमाणित कर सकते हैं - केवल I-1 के आगे, उसके बेटों के आगे, उनके बेटों के आगे h लिखते जाइए और वंशवृक्ष ठीक वैसा ही होगा जिसकी आप Y-सम्बन्धी जीन से अपेक्षा करेंगे। समस्या हल, ठीक है?

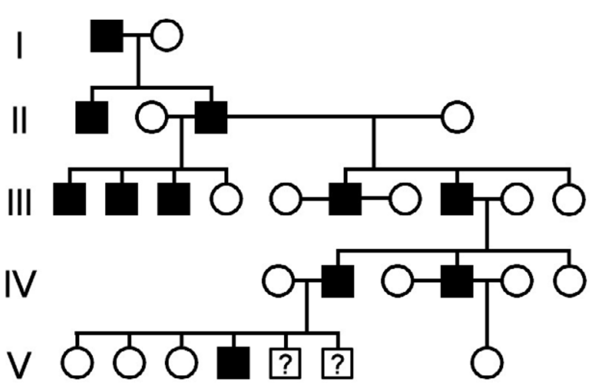
वास्तव में नहीं। क्या यह सम्भव है कि बालदार कानों वाला युग्मविकल्पी Y-सम्बन्धी न होकर किसी अलैंगिक गुणसूत्र पर अप्रभावी h बनाम प्रभावी H हो? अब वापस जाकर पहले जहाँ h लिखा था वहाँ नर h में दूसरा h जोड़ दीजिए और हर कान पर बाल वाले बेटे की माता के आगे H लिख दीजिए। अब इन माताओं में से हरेक के आगे h जोड़िए ताकि वे Hh बन जाएँ। आप देखेंगे कि वंशवृक्ष का स्पष्टीकरण संयोग के माध्यम से दिया जा सकता है। कैसे? कल्पना कीजिए कि हर बेटे को उसकी माता से h और पिता से भी h मिलता है और हर बेटी को उसकी माता से H और पिता से h मिलता है और ऐसा हर प्रकरण में होता है। तो बालदार कानों वाले सब बेटे hh होंगे और सब बेटियाँ Hh होंगी जिसमें H, h पर प्रभावी (हावी) होगा।

एक अन्य विकल्प यह है कि हायपरट्रायकोसिस एक अलैंगिक H के कारण होते हैं जो अप्रभावी h पर हावी है, जिसकी (h की) अभिव्यक्ति लिंग-सीमित है। इसका मतलब यह होगा कि यदि महिलाओं में इस लक्षण के लिए जीनोटाइप मौजूद भी हुए तो भी यह लक्षण केवल पुरुषों में ही प्रकट होगा, जैसा कि पुरुषों में गंजेपन के मामले में भी दिखता है। इसे आप स्वयं करके देख सकते हैं। तोमासी का वही वंशवृक्ष दोबारा बनाइए, लेकिन इस बार H को बालदार कानों के लिए युग्मविकल्पी बनाइए, h को बालरहित कानों के लिए और Hhधारी व्यक्तियों को बालदार कान वाला करते जाइए। आपको क्या मिला? आपको क्या मान कर चलना पड़ा?

हम यह कैसे तय कर सकते हैं कि इन तीन सम्भावनाओं में से कौन-सी सबसे विश्वसनीय है? हम वही करेंगे जो हम विज्ञान में करते हैं और अधिक प्रमाण का परीक्षण करेंगे।

345 पुरुषों में से 21 पुरुषों के कानों पर कम से ज़्यादा तक बाल थे और 55 महिलाओं में से किसी भी महिला के कानों पर बाल नहीं थे। जब द्रोणमराजू ने बालदार कानों वाले तीन पुरुषों का वंशवृक्ष देखा तो उन्होंने पाया कि उनके 17 साल से ऊपर की आयु (जब यह लक्षण प्रकट होता है) के सभी बेटों के कानों पर बाल थे, लेकिन बेटियों के कानों पर नहीं थे। और किसी भी बालदार बेटे की बेटी के कान बालदार नहीं थे। हाल्डेन ने सांख्यिकीय गणना करके यह दिखाया कि Y-सम्बन्धी परिकल्पना से द्रोणमराजू के वंशवृक्ष का सबसे अच्छा स्पष्टीकरण मिलता है (**देखें बॉक्स-2**)।

एक अन्य ख्यात आनुवंशिकीविद, कर्ट स्टर्न और उनके सहयोगियों ने बालदार कानों के कई वंशवृक्षों का पुनरावलोकन



चित्र-2 : एक इटालवी परिवार में बालदार कानों का होना। सी तोमासी (1907) के बाद स्टर्न (1957) के चित्र 8A का पुनर्चित्रित रूप : Ipertricosi auricolare famigliare. Giorn Pysch Clin Tech Manic 21-1 : 35. वृत्त महिलाएँ हैं और वर्ग पुरुष हैं, जिसमें काले रंग से भरे हुए वर्ग प्रभावित पुरुष हैं। व्यक्तियों की पहचान (रोमन संख्या में) पीढ़ियों में और प्रत्येक पंक्ति में बाएँ से दाएँ क्रम से दी है। पाँचवीं पीढ़ी में V-4 कानों पर बाल उगने की आयु में (19 वर्ष का) था, V-5 और V-6 की कानों पर बाल उगने की आयु से पहले ही मृत्यु हो गई थी।

बॉक्स-2 : हाल्डेन ने किस सांख्यिकीय गणना का उपयोग किया था?

अब तोमासी के वंशवृक्ष की ओर वापस चलते हैं। किसी एक बेटी को Hh माँ से H युग्मविकल्पी मिलने की सम्भावना 1/2 (आधी) है। इस वंशवृक्ष के प्रभावित (कान पर बाल वाले) hh पुरुष की छहों बेटियों को Hh माँ से विरासत में H मिलने की सम्भावना $(1/2)^{6} = 1/64$ होगी। इसके चलते अलैंगिक अप्रभावी मॉडल होने की सम्भावना कम लगती है। इस संयोग की सम्भावना भी कम होगी कि वंशवृक्ष के हर hh पुरुष की शादी किसी Hh महिला से हो। यह गणना और पेचीदा हो जाती है जब किसी प्रभावित पिता की सिर्फ़ बेटियाँ ही हों और बेटे नहीं हों (इससे वैसे भी कुछ प्रमाणित नहीं होता)।

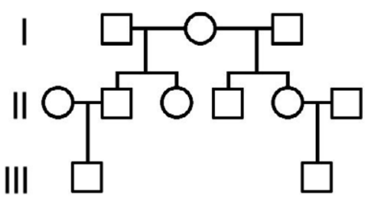
हाल्डेन द्वारा इन गणनाओं के प्रकाशित किए जाने के बाद, पारम्परिक आनुवंशिकी के चार रुपों (अलैंगिक प्रभावी या अप्रभावी और एक्स-सम्बन्धी प्रभावी या अप्रभावी) के साथ बालदार कान Y-सम्बन्धी विरासत के मानक उदाहरण के रूप में उपयोग में लाए जाने लगे।

किया। 1957 में उन्होंने सुझाव दिया कि यह आँकड़े "..... Y-सम्बन्धी परिकल्पना और अलैंगिक विरासत के बीच स्पष्ट अन्तर नहीं करते।" 1961 में स्टर्न, सरकार और उनके सहयोगियों ने बालदार कानों वाले एक दक्षिण भारतीय व्यक्ति का वंशवृक्ष प्रकाशित किया था। इस व्यक्ति के तीन बेटे थे, सभी बेटे कानों पर बाल उगने की आयु पार कर चुके थे। फिर भी, केवल एक के ही कान बालदार थे, शेष दो बेटों के कान पर बाल नहीं थे। स्टर्न, सरकार और उनके सहयोगियों ने दावा किया कि अलैंगिक विरासत (अलैंगिक गुणसूत्रों पर स्थित जीन्स के उत्परिवर्तनों के द्वारा न कि लैंगिक गुणसूत्रों में) और व्यक्ति अनुसार अधूरे प्रभुत्व (जीन की विभिन्न स्तर की अभिव्यक्ति) द्वारा इस असाधारण पैटर्न का स्पष्टीकरण दिया जा सकता है।

1962 में द्रोणमराजू और हाल्डेन ने सुझाव दिया कि Y-सम्बन्धी परिकल्पना और स्टर्न, सरकार और उनके सहयोगियों के द्वारा दस्तावेज़ित वंशवृक्ष के परिणामों के बीच की विसंगति की व्याख्या 'निचली जातियों' में प्रचलित 'अवैध सम्बन्धों' द्वारा की जा सकती है। जिन दो बेटों के कानों पर

बॉक्स-3 : अधूरे प्रभुत्व (incomplete penetrance) का अर्थ क्या है?

अधूरा प्रभुत्व तब कहलाता है जब किसी व्यक्तियों में एक समान जीनोटाइप (जीन जमावट) के सभी समान बाहरी लक्षण (फीनोटाइप) अभिव्यक्त नहीं करते - यानी जीनोटाइप, फीनोटाइप पर प्रभुत्व करने में असफल होता है। ऐसा पर्यावरण में अन्तर होने के कारण हो सकता है या अन्य जीन्स के प्रभाव के कारण हो सकता है। उदाहरण के लिए, सम्भावना है कि फेफड़ों के कैंसर की प्रवृत्ति दर्शाने वाला जीनोटाइप उन व्यक्तियों में प्रकट या अभिव्यक्त न हो जो धूम्रपान नहीं करते और स्तन केंसर की प्रवृत्ति दर्शाने वाले जीनोटाइप पुरुषों की तुलना में महिलाओं में अधिक प्रकट हों। चूँकि चेहरे पर बालों की मौजूदगी (दाढ़ी-मूँछ होना) पुरुष हारमोन्स से अधिक मज़बूती से जुड़ी होती है, इसलिए अधूरे प्रभुत्व के स्पष्टीकरण के लिए बालदार कान अधिक उचित हो सकते हैं।



चित्र-3 : बालदार कानों के Y-सम्बन्धी होने की परिकल्पना का सैध्दान्तिक परीक्षण। जेबीएस हाल्डेन ने सुझाव दिया था कि बालदार कानों की विरासत के Y-सम्बन्धी मॉडल को ऐसे प्रभावित व्यक्ति के वंशवृक्ष से ग़लत प्रमाणित किया जा सकता है जिसके नाना के कान भी बालदार थे। यदि प्रभावित व्यक्ति के पिता और दादा दोनों प्रभावित थे तो इससे Y-सम्बन्धी परिकल्पना को समर्थन मिलेगा। इन दो सम्भावनाओं को दिखाने के लिए ऊपर दिए वंशवृक्ष के उचित बॉक्स को भरें। स्पष्ट कीजिए कि यह दो परिदृश्य Y-सम्बन्धी परिकल्पना को क्यों क्रमशः अप्रमाणित और समर्थित करते हैं।

बॉक्स-4 : आण्विक आनुवंशिकी का युग

1953 तक इस तथ्य की खोज नहीं हुई थी कि गुणसूत्रों पर स्थित जीन्स डीऑक्सीराइबोन्युक्लिक अम्ल (DNA) से बने हुए हैं और 1965 तक इस तथ्य का पता नहीं चला था कि जेनेटिक कोड यह निर्धारित करता है कि DNA के चार क्षार A, C, G और T एक प्रोटीन के रूप में अभिव्यक्त होते हैं। 1980 के दशक के उत्तरार्ध तक DNA अणुओं का क्रम निर्धारित करने की नियमित और द्रुत विधियों ने व्यापक रूप नहीं लिया था और इनका तेज़ी से विकास 1990 के दशक में हुआ। गुणसूत्रों पर अनेक जीन्स की स्थिति के DNA क्रम की पहचान ह्यूमन जीनोम ऑर्गनाइज़ेशन के 1990 में शुरू होने और 2003 में ह्यूमन जीनोम प्रोजेक्ट के पूरा होने के बाद हो सकी थी।

बॉक्स-5 : Y डीएनए हैप्लोटाइप का मतलब क्या है?

परम्परागत आनुवंशिकी में यह माना गया था कि हर जीन के दो युग्मविकल्पी होते हैं — एक 'नैसर्गिक प्रकार' का जो आमतौर पर देखा जाता था और एक उसका 'उत्परिवर्तित' रूप जो प्रायः बिरले होता है और अक्सर हानिकारक होता है। यह पता कर लिया गया था कि कुछ जीन अधिक परिवर्तनशील होते हैं जिनके कई युग्मविकल्पी होते हैं जिनके कारण मनुष्य कृत्रिम ढंग से पौधों और पालतू पशुओं की बेहतर क़िस्में बना सकता है, लेकिन इन्हें अपवाद माना जाता था।

DNA अनुक्रमण की शुरूआत होने के बाद यह स्पष्ट होने लगा कि अधिकांश जीन्स के कई आण्विक युग्मविकल्पी होते हैं। इनकी पहचान उनके DNA अनुक्रम में छोटे-छोटे परिवर्तन (या single nucleotide polymorphisms, जिन्हें SNPS या 'snips' कहा जाता है) से की जा सकती है, जिनमें से प्रत्येक की उत्पत्ति किसी एक व्यक्ति में एकल परिवर्तन (एक जोड़ी क्षार परिवर्तन) से होती है और जो अब पूरी आबादी में दिखती है। इन SNP से ऐसी आण्विक वंशावलियों का निर्माण सम्भव हो सका जिनमें एक-एक जीन में परिवर्तन को फीनोटाइप लक्षणों के समान ही ट्रेक किया जा सकता था। इसका मतलब यह हुआ कि यदि किसी पुरुष में कोई उत्परिवर्तन हुआ है तो DNA अनुक्रमण का उपयोग करके यह देखा जा सकता है कि उसकी किस सन्तान को विरासत में यह उत्परिवर्तन मिला है। किसी भी जीन का DNA अनुक्रम हज़ारों क्षार लम्बा होता है। इसमें दर्जनों SNP होते हैं जो कुल मिलाकर सैकड़ों युग्मविकल्पियों को पारिभाषित करते हैं। किसी एकल गुणसूत्र पर SNP के मिश्रित संयोजन को हैप्लोटाइप कहते हैं। प्रत्येक Y गुणसूत्र अद्वितीय है क्योंकि यह एक इकाई के रूप में विरासत में मिलने वाले लोगों (सिर्फ़ पुरुषों) में एकल Y-DNA हैप्लोटाइप की तरह कार्य करता है और प्रत्येक पुरुष में इसकी केवल एक प्रति मौजूद होती है। इसका मतलब यह हुआ कि किसी पुरुष के Y गुणसूत्र में होने वाले सभी उत्परिवर्तन, चाहे वे कितने भी मामूली क्यों न हों, उसके सभी बेटों को विरासत में मिलेंगे।

बाल नहीं थे और वह बेटा, जिसके कानों पर बाल थे, उनकी माता एक हो सकती है लेकिन उनके पिता अलग-अलग हो सकते हैं। ऐसा होना 'ऊँची जाति' के वंशवृक्षों में सम्भव नहीं था जिनका अध्ययन द्रोणमराजू ने किया था। ऐसे भेदभावपूर्ण तर्क उस समय के वैज्ञानिक साहित्य में दिए जा सके थे, यह दिखाता है कि हम तब से कितना आगे बढ़ चुके हैं।

द्रोणमराजू और हाल्डेन ने स्टर्न के इस दावे का खण्डन किया कि इस वंशवृक्ष से बालदार कानों के Y-सम्बन्धी होने की सम्भावना को चुनौती मिलती है। उन्होंने सुझाव दिया कि Y-सम्बन्धी विरासत को ग़लत प्रमाणित करने के लिए ऐसे बालदार कानों वाले व्यक्ति की पहचान करनी पड़ेगी जिसके पिता के कान पर बाल नहीं थे लेकिन नाना के कान पर बाल थे। ऐसे प्रकरण में यह लक्षण 'एक पीढ़ी छोड़ देगा' क्योंकि यह लक्षण पुरुष को उसकी माँ की ओर से मिला होगा। चूँकि पुरुष को उसकी माँ से केवल एक्स गुणसूत्र ही मिला होगा, तो यह मामला Y गुणसूत्र के हस्तान्तरण के बिना हुआ होगा (**देखें चित्र-3**)।

ऐसा प्रकरण ढूँढ़ना मुश्किल था। और अब तक न ही ऐसे किसी प्रकरण की जानकारी मिली है। विज्ञान किस प्रकार काम करता है इसका उदाहरण है कि द्रोणमराजू और हाल्डेन ने यह मान लिया कि अन्य स्पष्टीकरण के अभाव में Y-सम्बन्धी परिकल्पना ही 'सही' स्पष्टीकरण है और अन्य किसी परिकल्पना को स्वीकार करने के लिए अधिक उच्च कोटी के प्रमाण की आवश्यकता होगी।

1964 में स्टर्न और उनके सहयोगियों ने द्रोणमराजू और हाल्डेन के इस सुझाव पर आपत्ति जताई कि उनके बनाए वंशवृक्ष में दिखने वाला असाधारण पैटर्न का स्पष्टीकरण अवैध सम्बन्धों के माध्यम से दिया जा सकता है। उन्होंने इस ओर भी इशारा किया कि आनुवंशिकीविद एचएम स्लेटिस और ए. एपलबॉम द्वारा 1963 में किया गया अध्ययन यह दिखाता है कि इज़राइल के पुरुषों में बालदार कानों का घनापन बहुत अलग-अलग होता है (भिन्न स्तर की अभिव्यक्ति) और यह प्रायः अधिक उम्र में दिखता है। स्टर्न और उनके सहयोगियों ने सुझाव दिया कि आयु से सम्बन्धित इस पैटर्न से कम-से-कम उन मामलों का स्पष्टीकरण मिलता है जिनमें यह लक्षण उन पुरुषों में नहीं दिखता जिनमें कान पर बाल दिखने की अपेक्षा की जाती है।

शंकाओं के बावजूद, हाल्डेन के तर्क ने बालदार कानों को Y-सम्बन्धी विरासत के एक आदर्श उदाहरण के रूप में स्थापित कर दिया। यहाँ तक कि द्रोणमराजू द्वारा बनाए गए वंशवृक्ष को स्टर्न की मानव आनुवंशिकी की मानक पाठ्यपुस्तक (तीसरा संस्करण, 1973) में भी स्थान मिला। लेकिन यह मामला आण्विक आनुवंशिकी का नया ज़माना आने तक यहीं अटका रहा (**देखें बॉक्स-4**)।

बॉक्स-6 : हमारी परिकल्पना

अन्दाज़ लगाने का लालच रोकना मुश्किल होता है। कान पर बाल क्यों होते हैं, इस प्रश्न का पुनरावलोकन करने पर हमने आनुवंशिकी के कुछ नए विकल्पों पर विचार किया। इनमें से एक था एपिजेनेसिस। उत्परिवर्तन के विपरीत, एपिजेनेटिक परिवर्तन DNA अनुक्रम को बदलता नहीं है लेकिन ऐसे छोटे रासायनिक परिवर्तन कर देता है जो जीन की अभिव्यक्ति को प्रभावित करते हैं। ऐसे परिवर्तन प्रायः अगली पीढ़ी के लिए शुक्राणु और अण्डाणु बनने के समय वापस मूल रूप में लाए (ठीक कर) जाते हैं। एपिजेनेसिस का एक रूप पैराम्युटेशन है जिसमें किसी जीन के दो में से एक युग्मविकल्पी दूसरे युग्मविकल्पी की अभिव्यक्ति को बदल देता है।

किसी अलैंगिक जीन का पैराम्युटेशन Y-सम्बन्धन की नक़ल कर सकता है। कैसे? कल्पना कीजिए कि कान पर बाल वाले पिता से बेटे और बेटी दोनों को पैराम्युटेशन वाला युग्मविकल्पी h* मिला और अप्रभवित माँ से h मिला। दोनों का जीनोटाइप hh* है। बेटे में निषेचन (शुक्राणु और अण्डाणु के मिलन) के बाद h* युग्मविकल्पी h युग्मविकल्पी को पैराम्युटेट कर देता है (h $\rightarrow$ h*) और अब उसका आण्विक फीनोटाइप hh* है और उसके कान का फीनोटाइप (ज़ाहिर लक्षण) बालदार है। बेटी में अण्डाणु के विकास के दौरान h* वापस मूल रूप में आ (reset हो) जाता है (h*$\rightarrow$ h) और उसके आण्विक और जेनेटिक फीनोटाइप एक ही (hh) होते हैं और उसके कान अप्रभावित होते हैं। लब्बोलुआब यह है कि नर भ्रूणों में hh हमेशा पैराम्युटेट हो कर h* बन जाता है और विकसित होते अण्डाणुओं में h* हमेशा रीसेट हो कर h हो जाता है। इसके फलस्वरूप, पुरुषों में हमेशा वंश में एपिजेनेटिक स्थिति बनी रहती है और यह महिलाओं में कभी दिखाई नहीं देती, जिसके कारण इसके Y-सम्बन्धी आनुवंशिक होने का भ्रम पैदा हो जाता है।

अगर यह सब पेचीदा लग रहा है तो इसका कारण यह हो सकता है कि वैज्ञानिक अब भी इसे समझने काम कर रहे हैं। हमें बताइए कि आप इस बारे में क्या सोचते हैं।

हाल में हुई प्रगति

2004 में वैज्ञानिक एसी ली और उनके सहयोगियों ने आण्विक दृष्टि से बालदार कानों के Y-सम्बन्धी मॉडल पर विचार किया। पूर्व अध्ययन एक ही परिवार के वंशवृक्ष को देखने तक सीमित थे। ली और उनके सहयोगियों ने दक्षिण भारतीय बालदार कानों वाले 50 पुरुषों के Y-DNA हैप्लोटाइप को देखा (**देखें बॉक्स-5**)। इन पुरुषों को अलग-अलग परिवारों से जानबूझकर चुना गया था। कन्ट्रोल समूह के तौर पर उन्होंने उसी भौगोलिक क्षेत्र, जहाँ से बालदार पुरुष आते थे, से चुने गए 50 बिना बालदार कानों वाले पुरुषों के Y-DNA हैप्लोटाइप को देखा। उनके द्वारा जाँचे गए Y-DNA हैप्लोटाइप के बारे में यह मालूम नहीं था कि वे बालदार कानों से सम्बन्धित हैं। वे महज़ इन 100 व्यक्तियों में पूरे Y क्रोमोसोम क्रम के प्रतिनिधि नमूने थे।

यदि Y गुणसूत्र पर एकल युग्मविकल्पी

के कारण कान पर बाल होते हैं तो एकल हैप्लोटाइप (एक युग्मविकल्पी के बराबर) कानों पर बाल वाले सभी पुरुषों के Y-DNA में मिलेगा। और यह हैप्लोटाइप उन पुरुषों के Y-DNA में नदारद होगा जिनके कानों पर बाल नहीं हैं। किन्तु ली और उनके सहयोगियों ने पाया कि कानों पर बाल वाले पुरुषों का Y-DNA उनके विस्तारित परिवारों में अलग-अलग हैप्लो समूहों में (हैप्लोटाइप्स से सम्बन्धित वंशावली में) पाया जाता है। दूसरे शब्दों में कहें तो यह ज़रूरी नहीं है कि बालदार कानों वाले दो ऐसे व्यक्तियों, जो एक-दूसरे से सम्बन्धित नहीं हैं, के Y गुणसूत्र में एक समान उत्परिवर्तन मौजूद हों। इससे एकल युग्मविकल्पी वाला मॉडल निरस्त हो गया। लेकिन यह सम्भावना बची रही कि बालदार कानों के लिए ज़िम्मेदार विभिन्न हैप्लोटाइप्स एक ही मूल उत्परिवर्तन से अलग हुए होंगे जो किसी हालिया साझा पूर्वज से विरासत में मिला था। लेकिन आँकड़े दिखाते हैं कि कानों पर बाल वाले पुरुषों के साझा पूर्वज 68,000 वर्षों से अधिक साल पहले रहे थे, यह उस समय से काफ़ी पहले की बात है जब विभिन्न तरह के मनुष्यों के आगमन से भारतीय उपमहाद्वीप की आबादी अस्तित्व में आई। अन्त में, कान पर बाल वाले पुरुषों में Y हैप्लोटाइप्स का प्रसार कन्ट्रोल समूह से बहुत अलग नहीं था। दूसरे शब्दों में, कान पर बाल वाले पुरुषों के Y गुणसूत्र का DNA अनुक्रम उसी भौगोलिक क्षेत्र के बालरहित कान वाले पुरुषों के DNA अनुक्रम से बहुत भिन्न नहीं था। कुल मिलाकर इन आँकड़ों से यह संकेत मिलता है कि कान पर बाल के लिए ज़िम्मेदार किसी जीन की Y गुणसूत्र से सम्बन्धित होने की सम्भावना बहुत कम थी। ऐसा होने के लिए यह ज़रूरी था कि वही उत्परिवर्तन विभिन्न हैप्लोटाइप वंशों में अनेक बार होता।

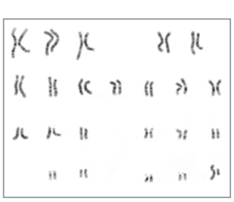
Y-सम्बन्धित जीन के कारण बालदार कान होने की परिकल्पना के ताबूत में अन्तिम कील Y गुणसूत्र सहित सभी गुणसूत्रों की जीन सामग्री के बारे में हमारे ज्ञान ने ठोकी। 'जीनबैंक' नामक मुफ़्त ऑनलाइन लाइब्रेरी में मनुष्य के सभी अलैंगिक और लैंगिक गुणसूत्रों पर स्थित सभी 20,050 जीन्स के स्थान सूचीबद्ध किए गए हैं। Y गुणसूत्र के पूरे अनुक्रम को खँगालने पर ऐसा कोई जीन नहीं मिला जिसके कारण कानों पर बाल होने की सम्भावना हो।

चलते-चलते

बालदार कानों के आनुवंशिक आधार का स्पष्टीकरण देने के प्रयासों को अब 100 साल पूरे हो चुके हैं। इस लक्षण का विरासत में मिलना मानव आनुवंशिकी विज्ञान की सबसे प्रारम्भिक शोध समस्याओं में से एक है। परम्परागत आनुवंशिकी विज्ञान में इसकी छानबीन की गई, आण्विक युग में इसका परीक्षण किया गया और वर्तमान समय तक यह अनसुलझी है। यदि जेबीएस हाल्डेन से यह पूछा जाता कि इस छानबीन में सभी परिकल्पनाएँ इतनी प्रबल दावेदार क्यों हैं तो वे शायद मुस्कुराकर कहते, 'हमें परिकल्पनाएँ करने का बड़ा शौक़ है।' हालाँकि कानों पर बाल होना चिकित्सकीय (या स्वास्थ्य की) दृष्टि से कोई बड़ी समस्या नहीं हैं और इन बालों की आसानी से हजामत की जा सकती है, लेकिन इनके जेनेटिक की समझ हमें अधिक महत्त्वपूर्ण चिकित्सकीय लक्षणों में अन्तर्दृष्टि प्रदान कर सकती है। उदाहरण के लिए, बालदार कानों की तरह ही कुछ तंत्रिका सम्बन्धी विकार जैसे कि अटेन्शन डेफिसिट हायपर एक्टिविटी डिसऑर्डर (ADHD) लड़कियों की तुलना में लड़कों में अधिक क्यों पाए जाते हैं। लेकिन अन्ततः, बालदार कानों की विरासत को समझना निरी जिज्ञासा का विषय है। मटर, मोटी चमड़ी वाले जानवरों (जैसे हाथी, गैंडा — pachyderms) और मनुष्यों में अन्तर पता करना और इन अन्तरों का स्पष्टीकरण देना वैज्ञानिकों का शौक़ है (**देखें बॉक्स-6**)।

इसे देखते हुए कि कानों पर बाल होने का Y-सम्बन्धी कारण निरस्त हो चुका है और अलैंगिक, प्रभावी लिंग-सीमित विरासत के पक्ष में प्रमाण सामने नहीं आया है, तो क्या हम इसके स्पष्टीकरण तक न पहुँचने की स्थिति में पहुँच गए हैं? ऐसा लगता नहीं है। यह एक उदाहरण हो सकता है जहाँ प्रकृति अपने रहस्यों को धीरे-धीरे उजागर करती है।

मुख्य बिन्दु



- कानों के मांसल भाग पर कड़े, लम्बे और काले बालों की उपस्थिति को हायपरट्रायकोसिस (बालदार कान) कहते हैं। यह स्थिति प्रायः श्रीलंका और भारत के पुरुषों में देखी जाती है।
- 1907 में इटली के डॉक्टर सी तोमासी ने एक वंशवृक्ष प्रकाशित किया था जिसमें एक इतालवी परिवार की पाँच पीढ़ियों के पुरुषों में बालदार कान होने का दस्तावेज़ीकरण किया गया था। इससे यह सुझाव मिला था कि इस लक्षण का आधार आनुवंशिक था - पिता से बेटे को (और सभी बेटों को) मिलता था, किन्तु बेटियों को नहीं मिलता था।

- बाद में प्रकाशित वंशवृक्षों से पता चला कि भले ही पिता से सभी पुत्रों को कान पर बाल होने के लक्षण विरासत में मिले लेकिन किस उम्र में ये लक्षण दिखेगा और कान पर कितने लम्बे और घने बाल होंगे, यह सभी पुत्रों में अलग-अलग हो सकता है।
- इस लक्षण के हस्तान्तरण पैटर्न के कारण में पारम्परिक आनुवंशिकी विज्ञान ने दो प्रतिद्वन्द्वी सम्भावनाओं को जन्म दिया - बालदार कानों का युग्मविकल्पी या तो Y-सम्बन्धी था या अलैंगिक अप्रभावी था।
- विख्यात भारतीय आनुवंशिकी वैज्ञानिक जेबीएस हाल्डेन के अनुसार बालदार कान का कारण Y गुणसूत्र पर एक उत्परिवर्तित युग्मविकल्पी था। उनकी परिकल्पना को भारतीय वैज्ञानिक के. आर. द्रोणमराजू द्वारा दक्षिण भारत में बालदार कानों पर किए गए अध्ययन से जुटाए गए प्रमाण से समर्थन मिला।
- एक अन्य ख्याति-प्राप्त आनुवंशिकीविद कर्ट स्टर्न ने तर्क दिया कि उपलब्ध प्रमाण पूरी तरह बालदार कानों के Y-सम्बन्धी होने की पुष्टि नहीं करते। इसका एक सम्भावित वैकल्पिक स्पष्टीकरण अलैंगिक अप्रभावी विरासत बना रहा।
- 2004 में वैज्ञानिक एसी ली और उनके सहयोगियों ने आण्विक प्रमाण का उपयोग करते हुए यह दिखाया कि इसकी सम्भावना बहुत ही कम है कि इस लक्षण का कारण एकल युग्मविकल्पी है या यह Y-सम्बन्धी है। इस लक्षण का आनुवंशिक (जेनेटिक) आधार एक पहेली बना हुआ है।
- हालाँकि कान पर बाल होना चिकित्सकीय (या स्वास्थ्य) की दृष्टि से चिन्ता का विषय नहीं है, लेकिन इस लक्षण का जेनेटिक आधार लम्बे समय से अनेक वैज्ञानिकों की जिज्ञासा का विषय बना हुआ है। इसकी समझ से वैज्ञानिकों को उन अधिक महत्त्वपूर्ण लक्षणों के बारे में अन्तर्दृष्टि मिल सकती है जो महिलाओं की तुलना में पुरुषों में अधिक पाए जाते हैं।

Acknowledgements: We thank S Giridhar for the invitation to submit this review. Steven M Carr thanks Durgadas P Kasbekar for his generous offer to co-author this article, and remembers with fondness Profs. Herman Slatis and Curt Stern for their excellence in teaching and contributions to classical genetics. Durgadas P Kasbekar held the first Haldane Chair at CDFD—both authors hold JBS Haldane in high esteem.

Note: Source of the image used in the background of the article title: Karyotype of a human male. Credits: Talking Glossary of Genetics, National Human Genome Research Institute, Wikimedia Commons. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/File:NHGRI_human_male_karyotype.png. License: Public Domain.

References:

1. Castle WE (1922). 'The Y-chromosome type of sex-linked inheritance in man'. Science 55: 703-704.
2. Cockayne EA (1933). 'Inherited abnormalities of the skin and its appendages'. London: Oxford Univ Press.
3. Dronamraju KR (1960). 'Hypertrichosis of the pinna of the human ear, Y-linked pedigrees'. J Genet 57: 230–244.
4. Dronamraju KR (1964). 'Y-linkage in man'. Nature 201: 424-425.
5. Dronamraju KR & Haldane JBS (1962). 'Inheritance of hairy pinnae'. Am J Hum Genet 14: 102–103.
6. Haldane JBS (1936). 'A search for incomplete sex-linkage in man'. Ann Eugen 7: 28-57.
7. Lee AC, Kamalam A, Adams SM & Jobling MA (2004). 'Molecular evidence for absence of Y-linkage of the Hairy Ears trait'. Eur J Hum. Genet 12: 1077-1079.
8. Sarkar SS, Banerjee AR, Bhattacharjee P & Stern C (1961). 'A contribution to the genetics of hypertrichosis of the ear rims'. Am J Hum Genet 13: 214–223.
9. Slatis HM & Apelbaum A (1963). 'Hair pinna of the ear in Israeli men'. Am J Hum Genet 15: 74-85.
10. Stern C (1957). 'The problem of complete Y-linkage in man'. Am J Hum Genet 9: 147–166.
11. Stern C, Centerwall WR & Sarkar SS (1964). 'New data on the problem of Y-linkage of hairy pinnae'. Am J Hum Genet 16: 455-471.

स्टीवन एम. कार जीवविज्ञान के प्रोफ़ेसर हैं। वे कनाडा की मेमोरियल यूनिवर्सिटी ऑफ़ न्यूफाउंडलैंड में जीवविज्ञान विभाग की जेनेटिक्स, इवोल्यूशन और मॉल्यूक्यलर सिस्टमैटिक्स लैबोरेटरी में कार्यरत हैं। उनसे Scarr@mun.ca. पर सम्पर्क किया जा सकता है।

दुर्गादास पी. कस्बेकर हैदराबाद स्थित सेंटर फ़ॉर डीएनए फिंगरप्रिंटिंग एंड डायग्नोस्टिक्स (सीडीएफडी), की न्यूरोस्पोरा जेनेटिक्स लैबोरेटरी से सेवानिवृत्त वैज्ञानिक हैं। उनसे kas@cdfd.org.in. पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते **पुनरीक्षण :** प्रतिका गुप्ता **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय



तत्व वर्ग पहेली : उत्तर

क्या आपने पृष्ठ क्रमांक 31 पर दी गई वर्ग पहेली हल करने की कोशिश की? सही उत्तर नीचे दिए गए हैं।

ऊपर से नीचे :

1. Polonium. 2. Krypton. 4. Tellurium. 6. Dysprosium. 10. Francium. 11. Zirconium. 12. Europium.

बाएँ से दाएँ :

3. Lithium. 5. Chlorine. 7. Magnesium. 8. Rubidium. 9. Beryllium. 13. Aluminium. 14. Neon. 15. Osmium. 16. Gallium. 17. Indium. 18. Helium. 19. Scandium.

विचार करने योग्य कुछ प्रश्न :

प्रश्न 1 : आपने कौन-से तत्वों को लगभग तुरन्त ही पहचान लिया?

किन तत्वों को पहचानने में अधिक समय लगा?

प्रश्न 2 : आपने तत्वों की पहचान कैसे की? क्या आपने उनके बारे में जो पहले से सुना है या सीखा है या पहले से जानते हैं उसके आधार पर पहचान की? क्या आपने किसी किताब या इंटरनेट की सहायता ली?

प्रश्न 3 : इनमें से कौन-सा सुराग़ आपके लिए सबसे अधिक आकर्षक था और क्यों?

प्रश्न 4 : इन 19 तत्वों में से कुछ के नाम लैटिन या यूनानी शब्दों से लिए गए हैं। कुछ का नाम क्षेत्रों, देशों या महाद्वीपों के नाम पर रखा गया है। यदि आपसे इनमें से प्रत्येक तत्व का नाम बदलने के लिए कहा जाए, तो आप उनके लिए नए नाम चुनने के लिए किस मानदण्ड का उपयोग करेंगे और क्यों?

प्रश्न 5 : इस वर्ग पहेली में आधुनिक आवर्त सारणी के 118 तत्वों में से केवल 19 शामिल हैं। यदि आप इस वर्ग पहेली में मौजूद तत्वों के अलावा किन्हीं 10 तत्वों के साथ एक वर्ग पहेली बनाएँगे तो आप किसे चुनेंगे? आप उनके लिए क्या सुराग़ देंगे?

Note: Source of the image used in the background of the article title: Jigsaw pieces.
Credits: Wounds_and_Cracks, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/puzzle-piece-tile-jig-jigsaw-game-3306859/. License: CC0.

चित्रा रवि अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, बेंगलूरु में कार्यरत हैं।

अनुवाद : राम कुमार सरोज **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

हमारे लिए लिखिए...

अगर आप किसी स्कूल में विज्ञान शिक्षक/शिक्षिका, अध्यापक-शिक्षक या शोधकर्ता हैं और आपकी रुचि स्कूली स्तर का विज्ञान पढ़ाने-पढ़ने में है, तो हम आपको सुनना चाहते हैं।

हम उन लेखों का स्वागत करते हैं जो :

- विज्ञान और विज्ञान शिक्षा को एक आलोचनात्मक नज़रिए से देखते हैं,
- स्कूली विज्ञान पाठ्यक्रम के अन्तर्निहित सिद्धान्तों व मूलभूत अवधारणाओं की गहराई से पड़ताल करते हैं,
- विद्यार्थियों की आम धारणाओं को पहचानने, चुनौती देने या उनके निर्माण के तरीक़ों को सामने लाते हैं,
- ऐसी पाठ योजनाओं, गतिविधियों, उचित प्रयोगों, फ़ील्ड गाइड और विज्ञान की कहानियों को सामने रखते हैं जो युवा पाठकों की उत्सुकता और कल्पनाशीलता को बढ़ावा देते हों।
- ऐसी मिसालें हों - जो अर्थपूर्ण और खोजी तरीक़े से विज्ञान सीखने को प्रेरित करती हों।

विशेष रुचि के विषय :

हमारे लक्षित पाठकों को ध्यान में रखते हुए, हमारी रुचि विशेष तौर से ऐसी लिखित सामग्रियों में है जो स्कूली विज्ञान पाठ्यक्रम के निम्न विषयों पर आधारित हो, इनसे सम्बन्धित हो या इनसे बनी हो :

- **भौतिकविज्ञान :** गति; द्रव्यमान और भार; घनत्व; बल और दाब; संवेग; ऊर्जा; कार्य; शक्ति; प्रकाश; ध्वनि; ऊष्मा; विद्युत और परिपथ; गुरुत्वाकर्षण; तारे और सौर मण्डल; और चुम्बकत्व।
- **रसायनशास्त्र :** परमाणु संरचना; आवर्त सारणी; पदार्थ की कण प्रकृति; संरचना और बन्ध; रासायनिक प्रतिक्रिया; अम्ल, क्षार और लवण; हवा और पानी; पदार्थ - धातु और अधातु; और ईंधन।
- **जीवविज्ञान :** सजीव और निर्जीव; कोशिका संरचना और संगठन; जैविक अणु; कोशिकाओं के अन्दर और बाहर संचरण; पादप पोषण और संचरण; मानव पोषण और जानवरों में संचरण; रोग और प्रतिरक्षा; श्वसन; उत्सर्जन; समन्वय और प्रतिक्रिया; आनुवंशिकता; विविधता और चयन; जीव और उनका पर्यावरण; और मनुष्यों का पारिस्थितिक तंत्र पर प्रभाव।

लम्बे लेखों के लिए विषयवस्तु (1500 शब्द)

- **विज्ञान की प्रयोगशाला :** किसी अवधारणा को सिखाने के लिए आज़माए और जाँचे-परखे हुए विचार या प्रायोगिक प्रयोग।
- **इतिहास कथा :** किसी महत्त्वपूर्ण दृष्टिकोण, खोज, अवधारणा या आविष्कार का इतिहास।
- **कुछ अन्दर की/कुछ बाहर की :** किसी जीवित प्रणाली के अन्दर के किसी एक घटक (जैसे पेट) या भौतिक दुनिया के चरम के किसी एक घटक (जैसे ब्लैक होल) का 'जीवन इतिहास', जो प्रथम-व्यक्ति में लिखा गया।
- **जीवनी एक वैज्ञानिक की :** विज्ञान में उनके योगदान को ध्यान में रखते हुए उनका जीवन और काल।
- **शिक्षण :** मानो कि धरती मायने रखती है : टिकाऊपन, पृथ्वी विज्ञान, जलवायु विज्ञान, और प्रणाली के प्रति दृष्टिकोण और सीखने-सिखाने के तरीक़े।
- **विज्ञान शिक्षक काम पर** : प्रथम-व्यक्ति में लिखे हुए विज्ञान पढ़ाने के तरीक़े और दृष्टिकोण।
- **महत्त्वपूर्ण सवाल** : हम विद्यार्थियों को विज्ञान के उन शक्तिशाली या दिमाग़ खोलने वाले विचारों से कैसे परिचित कराएँ जो हमारे कई भ्रामक अनुभवों और असम्बन्धित लगने वाले तथ्यों को बेहतर ढंग से समझने में मदद करते हों?
- **मैं हूँ एक वैज्ञानिक** : वैज्ञानिक होने का क्या मतलब है, वैज्ञानिक बनने की प्रेरणा आपको कहाँ से मिली, आपको किस तरह के सवाल उत्सुक करते हैं, और ऐसा क्या है जो आपको लगता है कि काश मैंने यह स्कूल में सीखा होता?
- **जो सुर्खियों में है :** हाल की सुर्खियाँ विद्यार्थियों और शिक्षकों के लिए समान रूप से रुचिकर क्यों हैं?
- **पुस्तक समीक्षा :** जो किताब आपने पढ़ी है, वह क्यों और कैसे स्कूली विज्ञान सीखने-सिखाने में योगदान देती है।

छोटे लेखों के लिए विषयवस्तु (200-600 शब्द) :

- **मिथक या तथ्य :** आमतौर पर माने जाने वाली ग़लत धारणाएँ बनाम सम्बन्धित उद्देश्य और सत्यापित करने योग्य अवलोकन।
- **10 बातें जो आप नहीं जानते :** किसी अवधारणा, विषय या विषयवस्तु के बारे में ऐसी दस दिलचस्प बातें जिसके बारे में आमतौर पर आपने कहीं सुना-पढ़ा नहीं था।
- **कैसे पता :** हमें कैसे पता है कि कोई तारा पृथ्वी से कितनी दूर है? या, हमारे शरीर में कितने सूक्ष्मजीव रहते हैं? अपने जवाब हमारे साथ साझा करें।
- **विविध (स्निपेट्स) :** क्या आप विज्ञान या वैज्ञानिकों के किसी एक मज़ेदार, आकर्षक, रहस्यमय या प्रेरक पहलू के बारे में जानते हैं?
- **पोस्टर :** किसी भी विषय या विषयवस्तु पर पोस्टर जिसे शिक्षक कक्षा में एक संसाधन के रूप में उपयोग कर सकते हैं।

अपने विचार हमारे साथ साझा करें :

1. **100 से कम शब्दों में एक ऐसी संक्षिप्त रूपरेखा लिखें जो बताए कि :**
   - आप किस बारे में लिखना चाहते हैं,
   - मुख्य सवाल जिन्हें आप सम्बोधित करना चाहते हैं,
   - आपको क्यों लगता है कि यह स्कूली विज्ञान शिक्षक के लिए रुचिकर होगा।
2. **50 से कम शब्दों में अपना एक संक्षिप्त परिचय दें, जिसमें आपके बारे में ये बिन्दु हों :**
   - विज्ञान और/या विज्ञान शिक्षा में पृष्ठभूमि,
   - स्कूली विज्ञान में रुचि का विषय या क्षेत्र

अपने विचार की रूपरेखा और अपना परिचय अँग्रेज़ी, हिन्दी या कन्नड़ भाषा में से किसी एक में इस पते पर कभी भी भेज सकते हैं : *iwonder@apu.edu.in*

हमारे साथ जुड़ें

पढ़ें

हम **अँग्रेज़ी** भाषा में **साल में दो अंक** प्रकाशित करते हैं। एक निश्चित अन्तराल के बाद इन अंकों के **हिन्दी** और **कन्नड़ अनुवाद** भी प्रकाशित होते हैं। हर अंक का एक हिस्सा एक विषय (थीम) आधारित होता है। और कई हिस्से थीम-मुक्त होते हैं।

हमारे ताज़ा अंक की थीम में शामिल हैं : हमारी रासायनिक दुनिया, पूछें एक सवाल, शिक्षण : मानो कि धरती मायने रखती है।

थीम-मुक्त हिस्से में शामिल हैं : विज्ञान की प्रयोगशाला, इतिहास कथा, विज्ञान शिक्षक के कार्य, विज्ञान की प्रकृति/विज्ञान क्यों महत्त्वपूर्ण है?, हमारे पड़ोस में जीव-जन्तु, मैं हूँ एक वैज्ञानिक, पुस्तक समीक्षा, जीवनी, शोध, दस बातें जो आप नहीं जानते और प्रत्येक अंक में छोटे लेख/समाचार भी हैं जैसे छोटे स्निपेट, पोस्टर, गतिविधि और स्कूल-स्तरीय फ़ील्ड गाइड।

पूछें और चर्चा करें

हम हर महीने के दूसरे बुधवार को लाइव, ऑनलाइन चर्चा के लिए लेखकों और पाठकों को आमंत्रित करते हैं। पिछले कुछ दिनों में जिन विषयों पर चर्चा की गई थी, उनमें से कुछ हैं :

- विज्ञान कक्षा में प्रश्न पूछना : माधव केलकर और सौरव सोम के साथ
- फोल्डस्कोप के साथ अपने परिवेश का अन्वेषण करें : रफीख रशीद शेख और राधा गोपालन के साथ
- पृथ्वी का आकार मापना : अमोल काटे और सौरव सोम के साथ
- बच्चे क्या करते हैं, इस पर ध्यान देना : अनीश मोकाशी और विनय सूरम के साथ
- छद्म विज्ञान की ग्यारह विशेषताएँ : मेलेनी ट्रैचेक-किंग और विजेता रघुराम के साथ
- नेचर लर्निंग : ईवीएस पाठ्यक्रम को समृद्ध बनाना : वेना कपूर, रोशनी रवि और राधा गोपालन के साथ

हम यहाँ मिलेंगे :

पत्रिका के ताज़ा अंक और ऑनलाइन चर्चाओं के बारे में सूचनाएँ प्राप्त करने के लिए, यहाँ रजिस्टर करें : http://bit.ly/iwonderRegister या हमारे फ़ेसबुक पेज पर हमें फ़ॉलो करें : https://bit.ly/2UcVMaE.

हमारी ऑनलाइन चर्चाओं की रिकॉर्डिंग देखने के लिए, हमारी प्लेलिस्ट यहाँ देखें : https://bit.ly/3Dt7LYf.

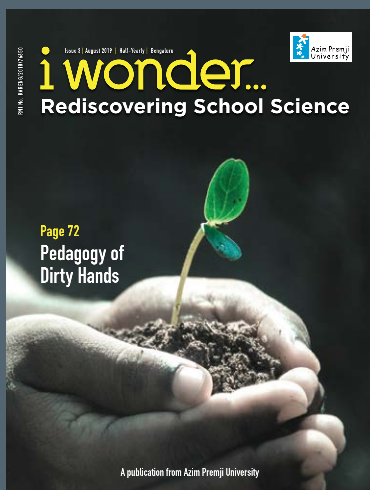
हर अंक की मुफ़्त हार्ड कॉपी प्राप्त करने के लिए आई वंडर.. वेबसाइट के सब्सक्राइबर बटन पर क्लिक करें और आवश्यक जानकारी दें। आई वंडर...पेज की लिंक है https://azimpremjiuniversity.edu.in/iwonder...

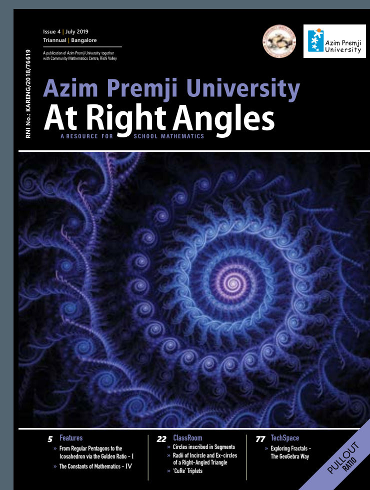
(कृपया ध्यान दें : हॉर्ड कॉपी सिर्फ़ भारत में ही डाक द्वारा भेजी जाएगी।)

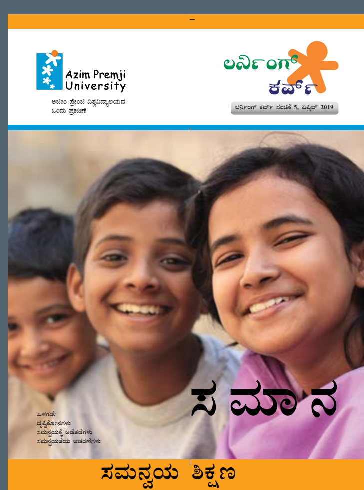
मुद्रक तथा प्रकाशक मनोज पी द्वारा अज़ीम प्रेमजी फ़ाउण्डेशन फ़ॉर डेवलपमेंट के लिए
आदर्श प्रा. लि., 4 शिखरवार्ता, प्रेस कॉम्प्लेक्स, ज़ोन-1, एम. पी. नगर, भोपाल पिन 462011 से मुद्रित एवं अज़ीम प्रेमजी विश्वविद्यालय, सर्वे नम्बर 66, बुरुगुंटे विलेज, बिक्कनाहल्ली मेन रोड, सरजापुरा, बेंगलूरु, कर्नाटक – 562 125 से प्रकाशित।
सम्पादक : चित्रा रवि, राधा गोपालन और रामगोपाल वल्लत

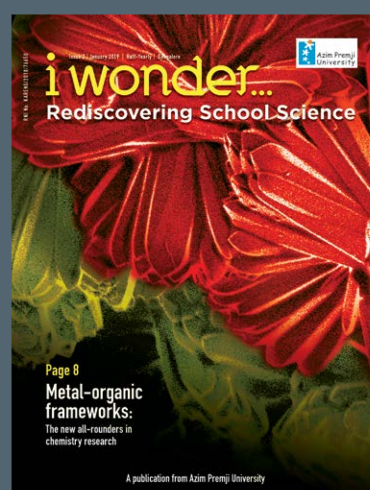
Azim Premji University

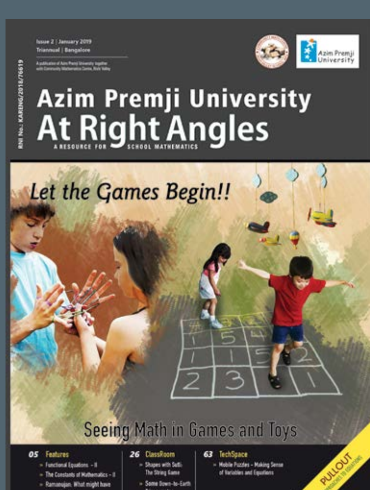
Other Magazines of Azim Premji University

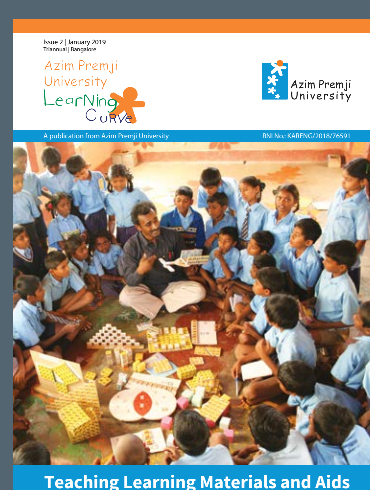






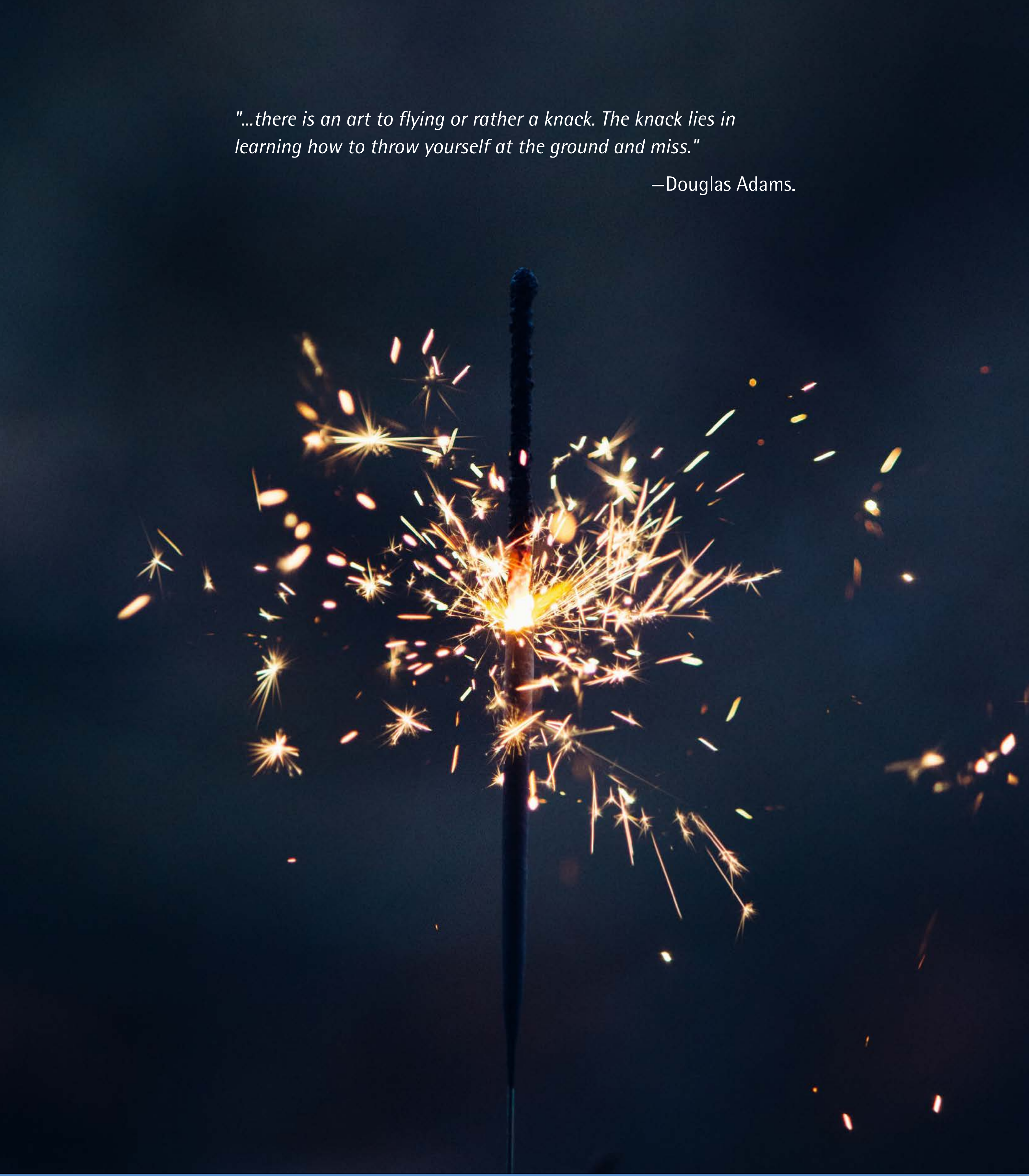






"...there is an art to flying or rather a knack. The knack lies in learning how to throw yourself at the ground and miss."

—Douglas Adams.



आई वंडर... के अगले अंक में पढ़ें **‘उड़ान भरने के हमारे कुछ प्रयासों’** के बारे में

Azim Premji University
Survey No 66, Burugunte Village, Bikkanahalli
Main Road, Sarjapura, Bangalore 562125.

080 66144900
www.azimpremjiuniversity.edu.in

Facebook: /azimpremjiuniversity **Instagram:** @azimpremjiuniv **Twitter:** @azimpremjiuniv